



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

## **ΓΕΩΡΓΙΑ ΧΑΜΗΛΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΟΥ**



**Πτυχιακή εργασία της Μαρίας Παρίση  
Εισηγήτρια : Δρ. Ελένη Γουμενάκη**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	3
Κεφάλαιο 1. Ατμοσφαιρικοί Ρύποι: Πηγές και επιπτώσεις .....	8
1.1 Εισαγωγή.....	9
1.2 Ατμοσφαιρικοί ρύποι .....	9
1.3 Αέρια του φαινομένου του Θερμοκηπίου .....	17
Κεφάλαιο 2: Επιπτώσεις της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και της Κλιματικής Αλλαγής στη Γεωργία .....	22
2.1 Εισαγωγή.....	22
2.2 Παράγοντες κλιματικής αλλαγής που επηρεάζουν την γεωργία .....	22
2.2.1 Αύξηση θερμοκρασίας του αέρα .....	22
2.2.2 Επίδραση αυξανόμενων συγκεντρώσεων CO <sub>2</sub> .....	25
2.2.3 Επιδράσεις οξειδίων του αζώτου.....	26
2.2.4 Επίδραση ηλιακής ακτινοβολίας .....	27
2.2.5 Επίδραση μεταβολής στη στάθμη της θάλασσας.....	27
2.3 Μέθοδοι ανάλυσης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής στην γεωργία..	28
2.4 Επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής στην γεωργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	31
2.4.1 Καλλιέργειες.....	32
2.4.2 Ζωικό κεφάλαιο .....	33
2.4.3 Οικονομικές επιπτώσεις των συνδεόμενων με το κλίμα κινδύνων.....	34
2.4.4 . Ευρύτεροι κλιματικοί κίνδυνοι για τις αγροτικές περιοχές.....	34
2.5 Παγκόσμιες επιπτώσεις στη γεωργία και στην επισιτιστική ασφάλεια.....	35
Κεφάλαιο 3. Επιπτώσεις της Γεωργίας στην Κλιματική Αλλαγή-Μέτρα και τεχνικές για την συμβολή της γεωργίας στην άμβλυνση των κλιματικών αλλαγών.....	36
3.1 Εισαγωγή.....	36
3.2 Μέτρα συμβολής της γεωργίας στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής.....	37
3.3 Τεχνικές συμβολής της γεωργίας στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής.....	38
3.3.1 Προσαρμογή και Μετριασμός: Ορθές πρακτικές που βοηθούν στην πρόληψη αμοιβαίων επιδράσεων.....	38
3.3.2 Διαχείριση καλλιεργειών .....	39
3.3.3. Διαχείριση.εδάφους.και.λιπανση.....	41
3.3.4 Διαχείριση.ζωικού.κεφαλαίου.....	44
3.3.5 Διαχείριση.νερού.....	49
3.3.6 Ανανεώσιμη.ενέργεια.και.ενεργειακή.αποδοτικότητα.....	52

3.4.Κατευθύνσεις για μια στρατηγική προσαρμογή της γεωργίας στην ΕΕ.....	
.57	
3.4.1. Προτεραιότητα στα αναμφιβόλως θετικά μέτρα («no regret»)...	57
3.4.2. Ενίσχυση του ρόλου της γεωργίας ως παρόχου οικοσυστημικών υπηρεσιών .....	57
3.4.3. Ενίσχυση της προσαρμοστικότητας των γεωργικών υποδομών .	58
3.4.4 Ανάπτυξη συνεργειών μεταξύ προσαρμογής και μετριασμού .....	58
3.4.5. Βελτίωση της προσαρμοστικής ικανότητας των γεωργών.....	59
3.4.6. Διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ κρατών μελών.....	59
3.4.7. Ενίσχυση της έρευνας για το κλίμα και τη γεωργία .....	59
3.4.8. Ανάπτυξη δεικτών τρωτότητας.....	61
Συμπεράσματα .....	62
Βιβλιογραφία .....	64

## Εισαγωγή

Η γεωργία αποτελεί μια οικονομική δραστηριότητα που εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες και το κλίμα. Ουσιαστικά κάθε πτυχή της γεωργίας, από την παραγωγή των καλλιεργειών και το ζωικό κεφάλαιο μέχρι τη μεταφορά των γεωργικών προϊόντων στην αγορά επηρεάζεται από το κλίμα. Στις μέρες μας, η όξυνση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και η συνακόλουθη κλιματική αλλαγή αποτελούν διαδικασίες που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση με την γεωργία σε παγκόσμια κλίμακα (IPCC, 2007). Η κλιματική αλλαγή προβλέπεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στις συνθήκες που επηρεάζουν την γεωργία, με κυρίαρχους παράγοντες τη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις. Επιπλέον, η μεταβολή της σύστασης της ατμόσφαιρας και οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την παραγωγή τροφίμων. Η συνολική επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία θα εξαρτηθεί από το μέγεθος και την ένταση των μεταβολών των παραγόντων αυτών δηλαδή, της θερμοκρασίας, των βροχοπτώσεων και της σύστασης της ατμόσφαιρας.

Σήμερα βρίσκονται σε εξέλιξη πολλά ερευνητικά έργα που στοχεύουν στην εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων στην ποσότητα και ποιότητα του νερού. Για τον προσδιορισμό της διαθεσιμότητας του νερού που καθορίζεται από τις αλλαγές του κλίματος, οι μελέτες βασίζονται στην εφαρμογή κλιματικών δεικτών και μοντέλων προσομοίωσης, τα οποία μπορούν να περιγράψουν την επίδραση των κλιματικών συνθηκών στην ποσότητα του νερού και στην εξέλιξη του υδρολογικού κύκλου. Αντίστοιχα μοντέλα χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της αύξησης των ρύπων που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς και για την εκτίμηση της αύξησης της θερμοκρασίας που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο φαινόμενο αυτό. Η εφαρμογή τους απαιτεί δεδομένα διαφορετικών χρονοσταδίων, ανάλογα με την επεξεργασία και τα μοντέλα.

Η εκτίμηση των επιπτώσεων της επιτελούμενης κλιματικής αλλαγής γίνεται με δεδομένα του παρελθόντος και εκτιμήσεις του μέλλοντος, ιστορικά μετεωρολογικά δεδομένα και σύγχρονα δορυφορικά δεδομένα παρατήρησης της γης που μπορούν να καλύψουν και μικρό και μεγάλο εύρος παρατήρησης στο χώρο. Τα σενάρια αποτελούν το καλύτερο μέσο ανάλυσης των μελλοντικών κλιματικών συνθηκών. Τα σενάρια δεν είναι ούτε προβλέψεις ούτε προγνώσεις. Βγαίνουν από την προβολή του παρελθόντος στο μέλλον, γι' αυτό διαφέρουν από τόπο σε τόπο. Επομένως μέσες παγκόσμιες τιμές δεν είναι επαρκείς να ποσοτικοποιήσουν τη δυναμική του κινδύνου σε περιφερειακό επίπεδο. Για την προσομοίωση της παραλλακτικότητας του κλίματος και των ακραίων φαινομένων που εξαρτώνται από μικρή κλίμακα επιδράσεις και επιρροές από την τοπογραφία και τη γεωγραφία, απαιτούνται τεχνικές υψηλής ανάλυσης μέσα από κατάλληλα μοντέλα.

Οι ερευνητές χρησιμοποιώντας μοντέλα, προβλέπουν ότι οι πλημμύρες θα επηρεάσουν πολλά εκατομμύρια ανθρώπους στο άμεσο μέλλον. Αντίστοιχα η αύξηση της θερμοκρασίας θα οδηγήσει, σύμφωνα πάντοτε με τις προβλέψεις των ερευνητών στη ερημοποίηση μεγάλων εκτάσεων καθιστώντας τις έτσι ακατάλληλες για γεωργική εκμετάλλευση. Ήδη πολλοί αγρότες στην Ευρώπη πιστεύουν ότι η κλιματική αλλαγή απειλεί την παραγωγή τους και την οικονομική τους ευμάρεια. Τα τελευταία χρόνια, κατά τα οποία ο καιρός δεν ήταν ο συνηθισμένος, επηρεάστηκε η παραγωγή σε ορισμένες καλλιέργειες λόγω των έντονων καιρικών φαινομένων ενώ παρουσιάσθηκαν αυξημένες ασθένειες και προβλήματα από έντομα και άλλους εχθρούς.

Σήμερα υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι η διατάραξη της κατανομής των βροχοπτώσεων και γενικότερα του κλίματος, έχει ήδη επιδράσει στα φυσικά και αγροτικά οικοσυστήματα της Ευρώπης. Παραδείγματα τέτοιων αλλαγών περιλαμβάνουν τις αλλαγές των φαινολογικών σταδίων των καλλιεργειών, την επιμήκυνση της καλλιεργητικής περιόδου, τη μετατόπιση γεωγραφικού πλάτους και υψομέτρου ευδοκίμησης των φυτών,

την πρόωμη ανθοφορία, την έκρηξη ασθενειών των φυτών, την επιτάχυνση αποδόμησης της οργανικής ουσίας των εδαφών και τη διαφοροποίηση της κατανάλωσης νερού. Η συχνότερη βροχόπτωση και οι υγρές συνθήκες βοηθούν την επέκταση των ασθενειών καθώς παράλληλα η μεγαλύτερη ένταση των βροχών μειώνει τη διήθηση του νερού στο έδαφος, μειώνοντας επομένως την καθαρή διαθέσιμη ποσότητα νερού του εδάφους.

Ταυτόχρονα, η γεωργία έχει αποδειχθεί ότι επιδρά σημαντικά στη συντελούμενη κλιματική αλλαγή, κυρίως μέσω της παραγωγής και της απελευθέρωσης αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και τα οξείδια του αζώτου. Η εντατικοποίηση των καλλιεργειών εξαιτίας των αυξημένων απαιτήσεων του πληθυσμού της γης αλλά και της αύξηση της ζήτησης των καταναλωτικών αγαθών οδηγεί σε έντονη αύξηση των παραγόμενων ρύπων με καταλυτική συμβολή στην κλιματική αλλαγή. Παράλληλα, η μεταβολή στις χρήσεις της γης που μπορεί να προκληθεί από τις γεωργικές δραστηριότητες, συμβάλλει στην μεταβολή του ανάγλυφου και κατά συνέπεια στην ικανότητα του εδάφους να απορροφά ή να αντανακλά θερμότητα. Επιπρόσθετα, οι μεταβολές στις χρήσεις γης μαζί με την χρήση των ορυκτών καυσίμων αποτελούν τις σημαντικότερες ανθρωπογενείς πηγές εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου (UN, 2007). Καθώς οι υπάρχουσες γεωργικές εκτάσεις δεν επαρκούν για την κάλυψη των αναγκών απαιτείται δημιουργία νέων εκτάσεων, έτσι, οι γεωργικές δραστηριότητες είναι η σημαντικότερη αιτία αποψίλωσης των δασών και απώλειας ειδών στις αναπτυσσόμενες χώρες. Όπως διακρίνεται στον Πίνακα 1.1 η αποψίλωση των δασών πραγματοποιείται με ιδιαίτερα ταχείς ρυθμούς και πλήττει περιοχές όπως του Αμαζονίου και της Ινδονησίας που έχουν μεγάλες εκτάσεις παρθένων δασών.

**Μορφοποιήθηκε:** Χρώμα γραμματοσειράς: Μαύρο

**Μορφοποιήθηκε:** Χρώμα γραμματοσειράς: Μαύρο, Ελληνικά

**Πίνακας 1:** Ετήσιος ρυθμός αποψίλωσης δασών σε σχέση με την έκτασή τους το 1990 (Πηγή: Achard et al, 2002).

**Μορφοποιήθηκε:** Χρώμα γραμματοσειράς: Μαύρο

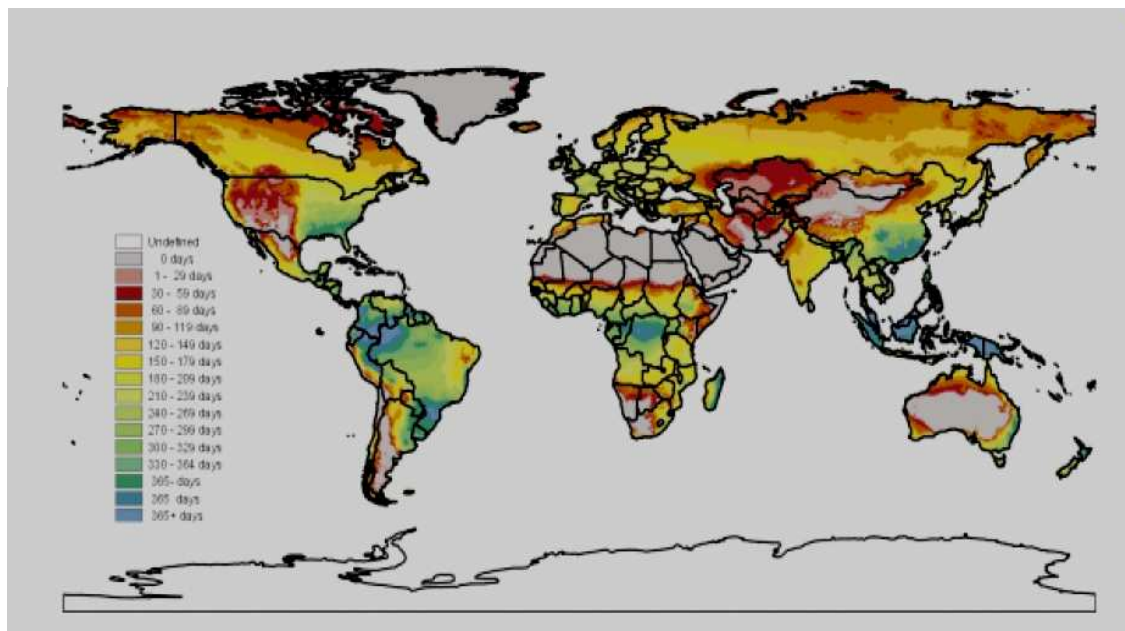
**Μορφοποιήθηκε:** Χρώμα γραμματοσειράς: Προσαρμοσμένο χρώμα(RGB(13;13;13))

Καίρια σημεία ανά ήπειρο	Ρυθμός ετήσιας αποψίλωσης των καίριων σημείων
Latin America	0.38%
Central America	0.8–1.5%
Brazilian Amazonian belt	
Acre	4.4%
Rondônia	3.2%
Mato Grosso	1.4–2.7%
Pará	0.9–2.4%
Colombia-Ecuador border	~1.5%
Peruvian Andes	0.5–1.0%
Africa	0.43%
Madagascar	1.4–4.7%
Côte d'Ivoire	1.1–2.9%
Southeast Asia	0.91%
Southeastern Bangladesh	2.0%
Central Myanmar	~3.0%
Central Sumatra	3.2–5.9%
Southern Vietnam	1.2–3.2%
Southeastern Kalimantan	1.0–2.7%

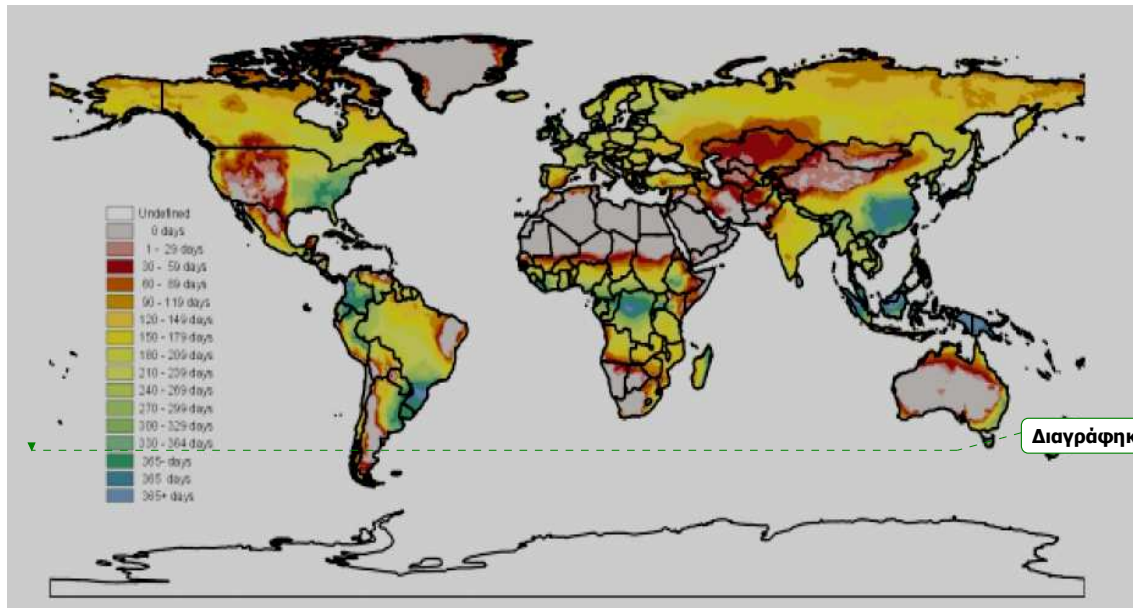
Στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 1) παρουσιάζεται η υπάρχουσα και η αναμενόμενη (για το έτος 2080) διάρκεια της παραγωγικής περιόδου ανά την υφήλιο. Όπως μπορούμε να διακρίνουμε η προβλεπόμενη επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ποικίλει. Έτσι στο Βόρειο Ημισφαίριο και σε περιοχές όπως η Σιβηρία και η Αλάσκα αναμένεται αύξηση της χρονικής αυτής περιόδου που μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση της θερμοκρασίας. Αντίθετα στην περιοχή του Αμαζονίου παρατηρείται μείωση του χρόνου καλλιέργειας πιθανόν εξαιτίας των μεταβολών που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή αυτή λόγω της έντονης αποψίλωσης των δασών. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό ότι πρόκειται η μεταβολή του κλίματος να επηρεάσει με ποικίλους τρόπους τη γεωργία και η εντατικοποίηση της γεωργικής δραστηριότητας να επηρεάσει πολυδιάστατα τις κλιματικές μεταβολές.

Ο στρατηγικός σχεδιασμός και οι καλλιεργητικές τεχνικές που βοηθούν τους αγρότες να αυξήσουν την αποδοτικότητα της παραγωγής και να μειώσουν τον κίνδυνο κάτω από διαφορετικά σενάρια κλιματικής αλλαγής έχουν μεγάλη σημασία για τη γεωργία του μέλλοντος. Συγχρόνως, η υιοθέτηση σωστών και περιβαλλοντικά βιώσιμων πρακτικών μπορεί να μειώσει τη συμμετοχή της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή. Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητη η υιοθέτηση μέτρων τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

A



B



**Εικόνα 1:** Παγκόσμια αναπαράσταση της διάρκειας της καλλιεργητικής περιόδου α) πραγματικές τιμές περιόδου 1960-1990 και β) προβλέψεις για το 2080.

Πηγή: (Fischer et al, 2002)

Αρχικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση του ζητήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των πηγών αυτής καθώς και η συσχέτιση με την κλιματική αλλαγή που επιτελείται στο πλανήτη τις τελευταίες δεκαετίες. Στη συνέχεια αναλύεται η επίδραση των περιβαλλοντικών μεταβολών στη γεωργία καθώς και η συμβολή της γεωργίας, όπως ασκείται σήμερα στην αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων. Τέλος προτείνονται ορισμένες λύσεις για την αειφορική ανάπτυξη των γεωργικών περιοχών του πλανήτη.

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: Όχι Έντονα

**Μορφοποιήθηκε:** Ελληνικά

**Μορφοποιήθηκε:** Ελληνικά

# 1. Ατμοσφαιρικοί Ρύποι: Πηγές και επιπτώσεις

## 1.1 Εισαγωγή

Ατμοσφαιρική ρύπανση καλείται, η παρουσία στην ατμόσφαιρα κάθε είδους ουσιών, σε συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του (Κάλλια και Κωνσταντίνη, 2007). Κάτω από ορισμένες συνθήκες, η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να φτάσει σε επίπεδα που μπορεί να δημιουργήσουν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης. Σε αυτήν την περίπτωση έχει επικρατήσει να λέγεται ότι έχουμε «Νέφος» το οποίο μπορεί να εμφανίζεται με δύο μορφές. Η πρώτη είναι το νέφος αιθαλομίχλης που σχηματίζεται όταν έχουμε υψηλή συγκέντρωση ρύπων, όπως μονοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου και αιωρούμενα σωματίδια, σε συνδυασμό με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία και μεγάλη σχετική υγρασία. Αντίθετα, το φωτοχημικό νέφος, παρουσιάζεται όταν έχουμε υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ηλιοφάνεια σε ένταση και διάρκεια, μικρή σχετική υγρασία και υψηλή συγκέντρωση οξειδίων του αζώτου, υδρογονανθράκων, και δευτερογενών προϊόντων τους.

Το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δεν είναι νέο. Τον 13<sup>ο</sup> αιώνα οι άνθρωποι άρχιζαν να διαμαρτύρονται για τη σκόνη άνθρακα και την αιθάλη που παρατηρούνταν στον αέρα του Λονδίνου. Από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης, στα τέλη του 17<sup>ου</sup> αιώνα, συμβαίνουν μεταβολές στην χημική σύσταση της ατμόσφαιρας. Κατά συνέπεια, όσο η βιομηχανία και η καθημερινή εντατική χρήση της τεχνολογίας εξαπλώνεται τόσο πιο έντονο γίνεται το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει πολλές αρνητικές επιπτώσεις από την πρόκληση ασθενειών στον άνθρωπο μέχρι την καταστροφή κτιρίων και οικοσυστημάτων. Η χειρότερη άμεση επίπτωση της καταγράφηκε στο Λονδίνο το 1952, όταν ένα μίγμα καπνού και ομίχλης που σχηματίστηκε στον ατμοσφαιρικό αέρα οδήγησε στον θάνατο 4000 ανθρώπους μέσα σε μια εβδομάδα.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση διακρίνεται σε πρωτογενή και δευτερογενή. Η πρωτογενής εμφανίζεται απευθείας στον αέρα από τον καπνό και τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, των βιομηχανιών και γενικότερα των διεργασιών που περιλαμβάνουν καύση οργανικής ύλης. Η δευτερογενής σχηματίζεται μετά από χημικές αντιδράσεις των πρωτογενών ρύπων στον αέρα.

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής διακρίνονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Πρωτογενείς ονομάζονται οι ρύποι που σχηματίζονται στις πηγές ρύπανσης. Οι πρωτογενείς ρύποι (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, NO<sub>x</sub>, Mb, άκαυστοι υδρογονάνθρακες, πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, CO, καπνός, στάχτη) είναι αποτέλεσμα των καύσεων, ή των χημικών επεξεργασιών, όπως η επεξεργασία αλουμινίου, ανοξειδωτών, γυαλιού, τούβλων, κεραμικών, λιπασμάτων, ή είναι αποτέλεσμα φυσικών εκπομπών. Οι δευτερογενείς ρύποι δημιουργούνται από τη μετατροπή των πρωτογενών ρύπων στην ατμόσφαιρα με την επίδραση του ηλιακού

φωτός. Δευτερογενείς ρύποι είναι το όζον, οξείδια του αζώτου, διάφορες αλδεΐδες και κετόνες, τα PAN (νιτρικά υπεροξυακετύλια) και τα προϊόντα οξείδωσης του θείου (τριοξείδιο του θείου, θειικό οξύ, θειικά άλατα) (Colville, 2002).



Κάθε αέριος ρύπος χαρακτηρίζεται από το χρόνο παραμονής του στην ατμόσφαιρα (Πίνακας 2) ή την ημιπερίοδο ζωής η οποία εξαρτάται από το ρυθμό παραγωγής ή καταστροφής του και από την συνολική κατά μέσο όρο μάζα στην ατμόσφαιρα. Η συγκέντρωση των ρύπων στην ατμόσφαιρα μετράται σε mg/m<sup>3</sup>, µg/m<sup>3</sup>, ppm, %, v / v .

**Πίνακας 2.** Τυπικοί χρόνοι παραμονής των αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Αέριος Ρύπος	Διάρκεια παραμονής στην ατμόσφαιρα
CO	0,3 μέρες
NO <sub>2</sub>	5 μέρες
O <sub>3</sub>	2 μέρες
SO <sub>2</sub>	5 μέρες
H <sub>2</sub> S	4 μέρες
CH <sub>4</sub>	2 χρόνια
CO <sub>2</sub>	4 χρόνια

Πηγή: (<http://www.windows.ucar.edu>).

## 1.2 Ατμοσφαιρικοί ρύποι

Αντίθετα με την κοινή αντίληψη, το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγόμενων αέριων ρύπων προέρχεται από καθαρά φυσικές πηγές. Με τον όρο φυσικές πηγές αναφερόμαστε στις πηγές εκπομπών αέριων ρύπων που δεν οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Παρ' όλα αυτά οι ανθρωπογενείς εκπομπές είναι κυρίως υπεύθυνες για τα μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα που εμφανίστηκαν. Αυτό οφείλεται βεβαίως στην ανατροπή της φυσικής ισορροπίας αλλά επίσης και στην μεγάλη πυκνότητα των εκπομπών από ανθρωπογενείς εκπομπές οι οποίες συγκεντρώνονται σε μικρές γεωγραφικές περιοχές (κυρίως αστικές περιοχές και βιομηχανικές ζώνες). Αντίθετα, η καλή διασπορά των φυσικών πηγών ανά την υφήλιο προσφέρει τη δυνατότητα καλύτερης ανάμιξης των ρύπων με τον καθαρό αέρα. Κατά συνέπεια, με κάποιες μικρές εξαιρέσεις, οι εκπομπές αέριων ρύπων από φυσικές πηγές από μόνες τους δεν οδηγούν σε υψηλές συγκεντρώσεις. Επιπλέον, πολλοί ρύποι είναι βιογενείς, δηλαδή παράγονται από ζωντανούς οργανισμούς, αλλά επηρεάζονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το N<sub>2</sub>O, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου εκπέμπεται από τις διαδικασίες νιτροποίησης και απονιτροποίησης που πραγματοποιούνται στο έδαφος και είναι ιδιαίτερα έντονες στις περιοχές όπου υπάρχει έντονη γεωργική δραστηριότητα (Sjaak and Slanina, 2008).

Οι σημαντικότερες φυσικές πηγές ατμοσφαιρικών ρύπων σύμφωνα με τους (Fox et al., (1992) είναι:

- ✓ Τα ηφαίστεια στα οποία οφείλεται η παραγωγή κυρίως αιρουμένων σωματιδίων, διοξειδίου του θείου, υδρόθειου και μεθανίου.
- ✓ Οι πυρκαγιές δασών στις οποίες οφείλεται η παραγωγή αιρουμένων σωματιδίων, μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα.
- ✓ Οι ωκεανοί και γενικότερα οι θαλάσσιες εκτάσεις λόγω κυρίως του χλωριούχου νατρίου και των θεικών αλάτων.
- ✓ Βιολογική αποσύνθεση των φυτών και των ζώων που συντελούν στην παραγωγή κυρίως υδρογονάνθρακων, αμμωνίας και υδρόθειου.
- ✓ Η αποσάθρωση του εδάφους που συντελεί στην αύξηση των αιωρούμενων σωματιδίων
- ✓ Τα φυτά και τα δέντρα λόγω κυρίως των υδρογονανθράκων.

Διαγράφηκε:

Οι κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές είναι:

- ✓ Βιομηχανικές πηγές (καύσεις, επεξεργασία).
- ✓ Παραγωγή και μεταφορά ενέργειας.
- ✓ Μεταφορές.
- ✓ Κεντρική θέρμανση.
- ✓ Γεωργία

Η ανθρωπογενής ρύπανση διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

- ✓ Κοινωνική ονομάζεται η περιβάλλουσα ή εξωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση την οποία υφίσταται το σύνολο του πληθυσμού.
- ✓ Επαγγελματική ονομάζεται η ρύπανση του εργασιακού περιβάλλοντος την οποία υφίστανται συγκεκριμένες ομάδες η κατηγορίες εργαζομένων.
- ✓ Προσωπική ρύπανση (κάπνισμα, διάφορα σπρέι κτλ)

Οι σημαντικότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι, οι πηγές αυτών και οι επιδράσεις τους αναλύονται παρακάτω:

▪ **Όζον (O<sub>3</sub>):**

Είναι αέριο, άχρωμο, με χαρακτηριστική οσμή, το κύριο συστατικό του φωτοχημικού νέφους στην επιφάνεια της γης (τροπόσφαιρα). Στην ανώτερη ατμόσφαιρα (στρατόσφαιρα), ωστόσο το όζον έχει ευεργετικό ρόλο απορροφώντας τη βλαβερή υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου.

- ✓ Πηγές:

Το όζον σχηματίζεται στη κατώτερη ατμόσφαιρα, ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων μεταξύ οξυγόνου, πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) και οξειδίων του αζώτου, με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας, κυρίως, όταν έχουμε καλό, ζεστό καιρό. Βλαβερές πηγές είναι τα οχήματα, τα εργοστάσια, οι χωματερές, τα χημικά διαλυτικά και πολλές άλλες μικρές πηγές, όπως βενζινάδικα, αγροτικός εξοπλισμός, κ.λ.π.

✓ **Επιδράσεις:**

Το όζον, σε μεγάλες συγκεντρώσεις, προκαλεί σημαντικά προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, όπου ζούμε. Προκαλεί ερεθισμό στην αναπνευστική οδό, διαταραχή της αναπνευστικής λειτουργίας, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό, πόνο στο στήθος, βήχα, άσθμα, φλεγμονή στους πνεύμονες και πιθανή επιδεκτικότητα σε μολύνσεις του αναπνευστικού. Το όζον είναι, επίσης, ο ρύπος με τις δυσμενέστερες επιδράσεις στα φυτά, γιατί μειώνει την παραγωγή στις αγροτικές καλλιέργειες και προκαλεί ζημιά στη δασική βλάστηση.

▪ **Μονοξείδιο του άνθρακα (CO):**

Είναι άοσμο και άχρωμο αέριο και εκπέμπεται από τις εξατμίσεις των μηχανών των αυτοκινήτων και από κάθε είδος μηχανές, όταν συντελείται ατελής καύση της καύσιμης ύλης.

✓ **Πηγές:**

Κυρίως, τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Υψηλές συγκεντρώσεις του μπορούν να βρεθούν σε κλειστά μέρη, όπως χώροι στάθμευσης, ελλιπώς αεριζόμενες υπόγειες διαβάσεις, ή κατά μήκος των δρόμων, σε περιόδους κυκλοφοριακής αιχμής.

✓ **Επιδράσεις:**

Μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο, σε βασικούς ιστούς του οργανισμού, επιδρώντας κυρίως στο καρδιαγγειακό και νευρικό σύστημα. Χαμηλές συγκεντρώσεις του επηρεάζουν, δυσμενώς, άτομα με καρδιακά προβλήματα και μειώνουν τις σωματικές επιδόσεις νεαρών και υγιών ατόμων. Υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλούν συμπτώματα όπως ζαλάδα, πονοκέφαλο, και κόπωση.

Το τροποσφαιρικό όζον είναι ο πλέον τοξικός ατμοσφαιρικός ρύπος για τα φυτά. Σύμφωνα με τον Ashmore και τους συνεργάτες του (2005), τα επίπεδα του όζοντος στην τροπόσφαιρα είναι αρκετά υψηλά ώστε να προκαλέσουν μείωση στην αγροτική παραγωγή και να οδηγήσουν αλλαγές στη βιοποικιλότητα. Η εκτίμηση της ζημιάς των καλλιεργούμενων φυτών από το όζον απαιτεί το συνδυασμό των συγκεντρώσεων του όζοντος με τις σχέσεις μεταξύ της έκθεσης στο όζον και τη μείωση της παραγωγής και στη συνέχεια υπολογισμό της οικονομικής ζημιάς.

Οι επιδράσεις του όζοντος διακρίνονται σε οξεία, όταν η συγκέντρωση βρίσκεται μεταξύ 120 και 500 ppb και διαρκεί για λίγες ώρες, και σε χρόνια όταν η συγκέντρωση βρίσκεται μεταξύ 40 και 120 ppb και διαρκεί ίσως για λίγες ημέρες. Στην περίπτωση της οξείας επίδρασης στους ευαίσθητους δέκτες προκαλείται ανεξέλεγκτος θάνατος κυττάρων ή άλλες αλλαγές που κατά ένα μέρος μιμούνται τις αντιδράσεις στα παθογόνα. Στην περίπτωση της χρόνιας τοξικότητας προκαλείται προγραμματισμένος θάνατος κυττάρων, επιταχυνόμενη γήρανση, εισαγωγή βιοχημικών συστημάτων για την αντιμετώπιση των ενεργών ριζών οξυγόνου (δημιουργούνται με την εισαγωγή του όζοντος στον αποπλάστη των κυττάρων, ως προϊόντα αντίδρασης του O<sub>3</sub> με το H<sub>2</sub>O) και αλλαγές των κυτταρικών δομών.

Το όζον εισχωρεί στο εσωτερικό των κυττάρων από τα στομάτια. Τα κύτταρα της επιδερμίδας αισθάνονται το όζον αλλά στις συνήθεις συγκεντρώσεις δεν υπάρχει ζημιά σε αυτά. Η επαφή του όζοντος με τα κύτταρα του μεσοφύλλου μπορεί να προκαλέσει το θάνατο των κυττάρων (φαίνεται ως χλωρωτικές και στη συνέχεια νεκρωτικές κηλίδες).

Τα φυτικά είδη και ακόμη οι ποικιλίες επιδεικνύουν μεγάλες διαφορές ευαισθησίας στην έκθεση τους στο όζον της τροπόσφαιρας. Οι διαφορές αυτές οφείλονται πιθανότατα σε διαφορές αντίδρασης βιοχημικών και μοριακών μηχανισμών. Σε αυτούς περιλαμβάνονται η μεταφορά ηλεκτρονίων και η ομοίωση των καταφρακτικών κυττάρων των στοματικών πόρων, η δέσμευση του ανόργανου άνθρακα μέσω της επίδρασης στην ενεργότητα του Rubisco (καρβοξυλάση-οξυγενάση της 1,5-διφωσφορικής ριβουλόζης) και η μεταφορά των προϊόντων της φωτοσύνθεσης (Fiscus *et al.*, 2005).

▪ **Διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>):**

Είναι αέριο, με καφέ χρώμα και ιδιάζουσα οσμή. Σε υψηλές συγκεντρώσεις, είναι υπεύθυνο για την άσχημη καφέ όψη του ουρανού των πόλεων.

✓ Πηγές:

Η χρήση καυσίμων, κυρίως σε αυτοκίνητα και φορτηγά αλλά και σε βιομηχανικούς καυστήρες ή σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, παράγει μονοξείδιο του αζώτου (NO). Αυτό, με διάφορες χημικές αντιδράσεις, που ενισχύονται με την παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας, μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου. Επιπλέον η χρήση λιπασμάτων αυξάνει τις εκπομπές των οξειδίων του αζώτου από το έδαφος. Η γεωργία λοιπόν συνολικά συμμετέχει σημαντικά στο ισοζύγιο των οξειδίων του αζώτου.

✓ Επιδράσεις:

Το διοξείδιο του αζώτου αποτελεί τον κύριο ρύπο του νέφους και της όξινης βροχής. Σε υψηλές συγκεντρώσεις, βλάπτει ανθρώπους και βλάστηση. Στα παιδιά, μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικές ασθένειες. Στους ασθματικούς, προκαλεί δυσκολία στην αναπνοή.

Στα φυτά μπορεί να προκαλέσει χλωρωτικές ή νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα. Οι σημαντικότερες επιδράσεις που έχουν αναφερθεί είναι η αλλαγή της χλωρίδας γύρω από τις πηγές εκπομπών και η επικράτηση των αγροστοδών έναντι των βρυοφύτων και των περιδοφύτων. Μη αντιστρεπτές επιδράσεις σε φυτά λαμβάνουν χώρα όταν ο ρυθμός της πρόσληψης από τα φύλλα ξεπερνά τη δυνατότητα αποτοξίνωσης από το φυτό. Τα περισσότερα προς λιγότερο ευαίσθητα είδη στην έκθεση σε NH<sub>3</sub> είναι άγρια είδη >δασικά>καλλιεργούμενα (Krupa, 2003).

▪ **Διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>):**

Είναι αέριο άχρωμο, άοσμο και βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Έχει, όμως, έντονη ερεθιστική μυρωδιά, όταν βρίσκεται σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις.

✓ Πηγές:

Εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, βιομηχανίες, κεντρικές θερμάνσεις, διυλιστήρια πετρελαίου, χημικές βιομηχανίες, χαρτοβιομηχανίες.

✓ Επιδράσεις:

Αποτελεί βασικό ρύπο του νέφους, επηρεάζει άτομα με αναπνευστικά προβλήματα και προκαλεί αλλοιώσεις σε βλάστηση και μέταλλα. Μειώνει την ορατότητα και αυξάνει την οξύτητα των λιμνών και των ποταμών. Το SO<sub>2</sub> μπορεί δυνητικά να συμβάλλει στη θρέψη των φυτών. Όμως ψηλότερες συγκεντρώσεις από τις απαιτήσεις των φυτών προς θρέψη προκαλούν μη αντιστρεπτές τοξικές επιδράσεις στα φυτά. Η τοξική επίδραση του SO<sub>2</sub> στα φυτά εμφανίζεται όταν οι καιρικές συνθήκες ευνοούν την αργή διάχυση του αερίου. Τέτοιες τοξικότητες εμφανίζονται όταν η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του SO<sub>2</sub> ξεπεράσει τα 0.5 ως 0.7 mg SO<sub>2</sub>.m<sup>-3</sup> αέρα. Οι επιδράσεις αυτές συνοψίζονται σε ορατά συμπτώματα (χλωρωτικές και νεκρωτικές κηλίδες) και σε μικρότερο βαθμό σε μείωση της παραγωγής.

▪ **Μόλυβδος, Αρσενικό, Κάδμιο και Νικέλιο (Pb, As, Cd, Ni):**

Είναι μέταλλα τα οποία βρίσκονται στην ατμόσφαιρα κυρίως στα σωματίδια είτε υπό στοιχειακή μορφή είτε υπό μορφή ενώσεων (οξειδίων, θεικών ή θειούχων).

✓ Πηγές:

Φυσικές πηγές: Ο μόλυβδος, βρίσκεται στο έδαφος ως αποτέλεσμα της αποσάθρωσης βράχων, της ηφαιστειακής δραστηριότητας, τις πυρκαγιές δασών κ.α. Το αρσενικό βρίσκεται σε αφθονία στις ορεινές περιοχές της Ευρώπης με τη μορφή θειούχων ενώσεων. Άλλες φυσικές πηγές αρσενικού είναι η ηφαιστειακή δραστηριότητα, από την οποία εκπέμπεται με μορφή θειούχων αλάτων ή οξειδίων. Το κάδμιο βρίσκεται στη φύση σε μικρές ποσότητες κυρίως σε ορυκτά που περιέχουν θειούχες ενώσεις του ψευδαργύρου, μολύβδου και χαλκού. Επίσης προέρχεται από τη βλάστηση, τις πυρκαγιές δασών και τα ηφαίστεια. Το νικέλιο, βρίσκεται σε μεγάλη αφθονία στους μετεωρίτες, στον γήινο πυρήνα και σε λιγότερη έκταση στην επιφάνεια της γης. Κυρίως βρίσκεται σε μορφή θειούχων αλάτων ή οξειδίων. Ανθρωπογενείς πηγές: Ο μόλυβδος, εκπέμπεται κυρίως από τις διεργασίες παραγωγής του, από την απόρριψη στο περιβάλλον προϊόντων που περιέχουν μόλυβδο και από την καύση υγρών καυσίμων και ξύλων. Το αρσενικό εκπέμπεται κυρίως υπό μορφή οξειδίων, από χυτήρια αρσενικού και από την καύση καυσίμων. Παλαιότερα η χρήση ζιζανιοκτόνων ήταν ακόμη μια πηγή ρύπανσης. Το κάδμιο, εκπέμπεται από τις παραγωγικές διαδικασίες παραγωγής μολύβδου, ψευδαργύρου, χαλκού, σιδήρου ή χάλυβα με τη μορφή θειούχων ή θεικών αλάτων. Επίσης από την καύση καυσίμων υπό τη μορφή οξειδίων ή υπό στοιχειακή μορφή και από την καύση απορριμμάτων υπό τη μορφή χλωριούχων αλάτων. Το νικέλιο, εκπέμπεται από την καύση καυσίμων, από μεταλλουργικές εργασίες παραγωγής νικελίου ή χάλυβα. Το νικέλιο από τις διεργασίες αυτές εκπέμπεται ως θειικό άλας ή υπό τη μορφή οξειδίων. Χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία ως καταλύτης.

✓ Επιδράσεις:

Ο μόλυβδος προκαλεί κυρίως αναιμία. Το αρσενικό επιδρά κυρίως στο ανώτερο αναπνευστικό και στο καρδιαγγειακό σύστημα και προκαλεί επίσης αύξηση της αρτηριακής πίεσης. Είναι επίσης πιθανόν να προκαλεί καρκίνο στους πνεύμονες. Το κάδμιο επιδρά κυρίως στα νεφρά. Επίσης έχει χαρακτηριστεί ως καρκινογόνο (προκαλεί καρκίνο των πνευμόνων). Το νικέλιο δεν θεωρείται καρκινογόνο. Πιθανόν να προκαλεί δερματικές παθήσεις. Πρέπει να τονισθεί ότι τα μέταλλα αυτά επιδρούν στην υγεία κυρίως μέσω της τροφικής αλυσίδας εάν έχει μολυνθεί και λιγότερο με την εισπνοή

▪ **Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες**

Είναι οργανικές χημικές ενώσεις που περιέχουν άνθρακα και υδρογόνο. Αποτελούνται από τρεις ή περισσότερους συμπυκνωμένους βενζολικούς δακτυλίου

και βρίσκονται κυρίως υπό μορφή ατμών ή σωματιδίων. Η χαρακτηριστικότερη ένωση της κατηγορίας αυτής είναι το βενζο(α)πυρένιο.

✓ Πηγές:

Στις φυσικές πηγές περιλαμβάνονται πυρκαγιές και η ηφαιστειακή δραστηριότητα. Στις ανθρωπογενείς πηγές περιλαμβάνονται η βιομηχανία (παραγωγής κωκ, αλουμινίου και επεξεργασίας ξύλου), η θέρμανση στις οικίες όταν χρησιμοποιούνται ξύλα και κάρβουνο, και τα οχήματα κυρίως αυτά που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ως καύσιμο.

✓ Επιδράσεις:

Ορισμένοι από τους Πολυκυκλικούς Αρωματικούς Υδρογονάνθρακες έχουν χαρακτηριστεί ως καρκινογόνες ενώσεις.

▪ **Βενζόλιο(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>):**

Χημική ένωση σε υγρή μορφή που αποτελείται από άνθρακα και υδρογόνο με χαρακτηριστική οσμή. Στην ατμόσφαιρα βρίσκεται σε μορφή ατμών επειδή το σημείο ζέσεως του είναι χαμηλό.

✓ Πηγές:

Το βενζόλιο εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα κυρίως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η κύρια πηγή είναι τα βενζινοκίνητα οχήματα ενώ άλλες πηγές είναι η βιομηχανία (δυλιστήρια, χημική βιομηχανία), η διακίνηση καυσίμων και η οικιακή θέρμανση.

✓ Επιδράσεις:

Το βενζόλιο προκαλεί ασθένειες του αίματος και έχει χαρακτηριστεί ως καρκινογόνος ένωση.

▪ **Σωματίδια**

Είναι υλικά σε στερεή ή υγρή μορφή, που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα, για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

✓ Πηγές:

Υπάρχουν τόσο φυσικές πηγές όπως: ηφαιστειακή δραστηριότητα, θάλασσα, σκόνη από απογυμνωμένο έδαφος, καθώς και ανθρωπογενείς πηγές: βιομηχανικές δραστηριότητες, παραγωγή τσιμέντου, γύψου, χυτήρια μεταλλεύματος, αυτοκίνητα (κυρίως πετρελαιοκίνητα οχήματα και δίκυκλα), πυρκαγιές, αγροτικές δραστηριότητες, κατασκευές. Η συμμετοχή του αυτοκινήτου οφείλεται στην καύση του καυσίμου, στη φθορά των ελαστικών και

στην επαναιώρηση. Μικρότερα σε μέγεθος σωματίδια δημιουργούνται στην ατμόσφαιρα από αντιδράσεις αερίων ρύπων. Οι αντιδράσεις αυτές επιταχύνονται παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας και σε υψηλές θερμοκρασίες.

✓ **Επιδράσεις:**

Οι επιδράσεις στην υγεία εξαρτώνται πολύ από το μέγεθος των σωματιδίων και τη σύσταση τους. Όσο μικρότερα σε μέγεθος είναι τα σωματίδια τόσο βαθύτερα εισχωρούν στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου. Γενικά σωματίδια με μέγεθος μεγαλύτερο από 10 μm δεν εισχωρούν στο αναπνευστικό σύστημα. Τα μικρότερα από 10 μm σωματίδια επηρεάζουν την αναπνοή και προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό. Ομάδα υψηλού κινδύνου αποτελούν ηλικιωμένοι, παιδιά και άτομα που πάσχουν από άσθμα. Προκαλούν επίσης φθορές στα υλικά και μειώνουν την ορατότητα. Τα αιωρούμενα σωματίδια επηρεάζουν τις ηλεκτρικές ιδιότητες της ατμόσφαιρας συνεισφέροντας στη δημιουργία νεφών ως πυρήνας συμπύκνωσης και επιδρούν στο κλίμα μεταβάλλοντας το ισοζύγιο ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.

Οι επιδράσεις στα φυτά μπορεί να είναι σε φυσιολογικό επίπεδο που προκαλείται από το φράξιμο των στομάτων ή από την αύξηση της θερμοκρασίας των φύλλων που με τη σειρά τους επηρεάζουν τις μεταβολικές λειτουργίες. Η φωτοσύνθεση επηρεάζεται επιπλέον από τη σκίαση των φύλλων. Επίσης μια σειρά μελέτες έχουν δείξει την πρόκληση ορατών συμπτωμάτων. Ένας πιθανότερος τρόπος για είσοδο στον μεταβολισμό και επίδραση πάνω στα φυτά είναι μέσω της ριζόσφαιρας. Τα σωματίδια που εναποτίθενται απευθείας στο έδαφος μπορούν να επηρεάσουν τη διακίνηση των θρεπτικών στοιχείων, ιδιαίτερα για τις ενώσεις του N και έτσι έμμεσα τα βακτήρια και τους μύκητες της ριζόσφαιρας.

▪ **Τοξικοί αέριοι ρύποι**

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν ρύποι όπως το ο αμίαντος, και το βενζόλιο.

✓ **Πηγές:**

Χημικές βιομηχανίες, βιομηχανικές δραστηριότητες, εκπομπές από τα καύσιμα και τις μηχανές των οχημάτων, και οικοδομικά υλικά.

✓ **Επιδράσεις:**

Προκαλούν καρκίνο, αναπνευστικά προβλήματα, γενετικές ανωμαλίες, στειρώση και άλλα σοβαρά προβλήματα υγείας. Μερικά



μπορούν να προκαλέσουν ακόμα και το θάνατο ή σοβαρές κακώσεις, αν, από ατύχημα, απελευθερωθούν στο περιβάλλον, σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

### 1.3 Αέρια του φαινομένου του Θερμοκηπίου

Είναι αέρια που συγκεντρώνονται στην ατμόσφαιρα και μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στις παγκόσμιες κλιματολογικές συνθήκες, ή όπως αλλιώς λέγεται το "φαινόμενο του θερμοκηπίου". Τα συγκεκριμένα αέρια επιτρέπουν στην ηλιακή ακτινοβολία να εισέρχεται ελεύθερα στην ατμόσφαιρα. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά την γήινη επιφάνεια ένα μέρος από αυτή ακτινοβολείται πίσω. Τα αέρια του θερμοκηπίου απορροφούν αυτήν την ακτινοβολία και παγιδεύουν την θερμότητα στην ατμόσφαιρα. Ουσιαστικά τα αέρια αυτά επιτρέπουν τη δίοδο της ακτινοβολίας του Ηλίου προς τη Γη, αλλά δεν επιτρέπουν την ακτινοβολήση θερμότητας από τη Γη προς το διάστημα. Η εισερχόμενη ακτινοβολία έχει μικρό μήκος κύματος και περνάει, ενώ η εξερχόμενη έχει μεγάλο μήκος κύματος και δεν περνάει, όπως σε ένα θερμοκήπιο με τζάμια ή πλαστικό ([www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov)). Η συγκεκριμένη διαδικασία απεικονίζεται στην εικόνα 2.



**Εικόνα 2:** Απεικόνιση φαινομένου του θερμοκηπίου  
(Πηγή: <http://www.combatclimatechange.ie>)

Τα σημαντικότερα αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το όζον και τα οξείδια του αζώτου. Η κύρια ανθρωπογενής

**Μορφοποιήθηκε:** Ελληνικά

**Μορφοποιήθηκε:** Βασικό, Εσοχή: Πρώτη γραμμή: 28,35 στ.

**Μορφοποιήθηκε:** Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:** Γραμματοσειρά: 11 pt, Ελληνικά

**Μορφοποιήθηκε:** Εσοχή: Πρώτη γραμμή: 28,35 στ.

**Διαγράφηκε:** ¶

**Μορφοποιήθηκε:** Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:** Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα

**Μορφοποιήθηκε:** Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:** Προεπιλεγμένη γραμματοσειρά, Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:** Γραμματοσειρά: 11 pt

πηγή των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα είναι η καύση των υδρογονανθράκων, για την παραγωγή ενέργειας και τις μεταφορές. Το μεθάνιο προέρχεται από τις χωματερές, την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας, τα ανθρακωρυχεία, τους ορυζώνες. Τα οξείδια του αζώτου προέρχονται, από βιομηχανικές δραστηριότητες, από τη γεωργική δραστηριότητα και από τα οχήματα.

Πολλά αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου εκπέμπονται και από φυσικές πηγές (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>), ενώ άλλα προκαλούνται από την ανθρώπινη δραστηριότητα (βιομηχανικά αέρια). Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αναλυτικά η μεταβολή στις εκπομπές αυτών των αερίων για την περίοδο 1750-1998 αποτυπώνεται στο Πίνακα 3.

**Πίνακας 3:** Επίπεδα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, μεθανίου και οξειδίου του αζώτου και ποσοστό αύξησης για την περίοδο 1750-1998 (Πηγή: IPCC, 2002).

Αέριο	Επίπεδα 1998	Αύξηση από το 1750	Ποσοστό αύξησης
Διοξείδιο του άνθρακα	365 ppm	87 ppm	31%
Μεθάνιο	1,745 ppb	1,045 ppb	150%
Οξείδιο του Αζώτου	314 ppb	44 ppb	16%

Για την περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα, παρατηρείται αύξηση εκπομπών 31% την περίοδο 1750-1998. Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποψίλωσης. Εκτός από τον άνθρωπο, παράγεται μεθάνιο και από ζώα (π.χ. αγελάδες) με τις ερυγές τους. Συνεπώς οι αυξημένες απαιτήσεις των καταναλωτών, ιδίως του Δυτικού κόσμου, συντελούν στην αύξηση των εκπομπών αερίων από τα ζώα εξαιτίας της εντατικότερης αξιοποίησης αυτών.

Στην εικόνα 3 παρουσιάζονται οι εκπομπές αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου παγκοσμίως ανά τομέα για το έτος 2000 ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)) Όπως φαίνεται στο σχήμα προκύπτει ότι το μεγαλύτερο μέρος των εκπεμπόμενων αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου προέρχονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (24%). Επιπλέον και η γεωργική δραστηριότητα συνεισφέρει σημαντικά στις εκπομπές τέτοιων αερίων. Παράλληλα, παρατηρούμε ότι η γεωργία ευθύνεται σε σημαντικό βαθμό για την παραγωγή μεθανίου και οξειδίων του αζώτου ενώ αντιθέτως η βιομηχανία και οι πηγές ενέργειας που αποτελούν το σημαντικότερο φορέα μόλυνσης με διοξείδιο του άνθρακα συμβάλουν σε μικρό βαθμό στην εκπομπή αυτών των ρύπων.

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Έντονα

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Διαγράφηκε:** ¶



Εικόνα 3: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά δραστηριότητα. Πηγή: (http://www.stuffintheair.com)

Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικόνα 4) παρουσιάζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο από τη χρονική περίοδο 1880 έως το 2000. παρατηρείται μία έντονη αύξηση της διακύμανσης αυτής από το 1930 και έπειτα. Όπως προαναφέρθηκε στην εισαγωγή, το 1930 αποτελεί την ημερομηνία ορόσημο της βιομηχανικής επανάστασης με φυσικό επακόλουθο την αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων. Συνεπώς βλέπουμε ότι υπάρχει μια στενή σχέση ανάμεσα στην εκπομπή των ρύπων και τη θερμοκρασία εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου.

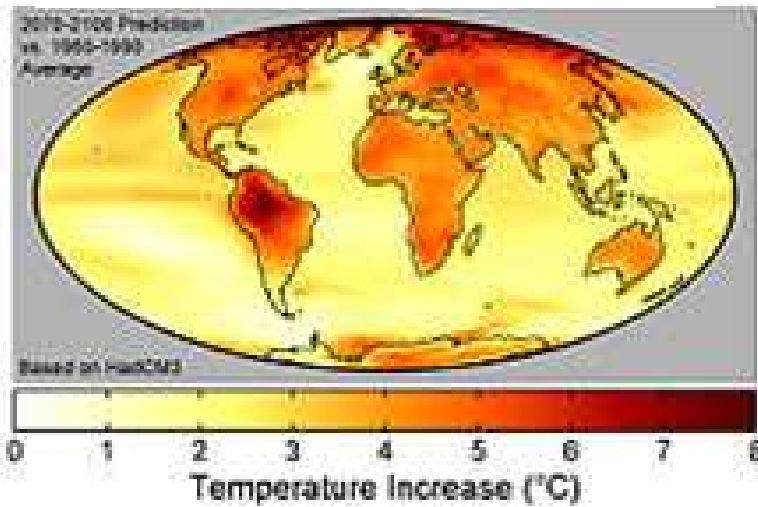


- Διαγράφηκε:** ¶  
¶
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt
- Διαγράφηκε:** ¶
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα
- Μορφοποιήθηκε:** Εσοχή:  
Πρώτη γραμμή: 28,35 στ.
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα
- Μορφοποιήθηκε:**  
Προεπιλεγμένη γραμματοσειρά, Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα, Αγγλικά (H.B.)
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Εικόνα 4:** Διακύμανση της θερμοκρασίας για τη χρονική περίοδο 1880-2000 (Πηγή:el.wikipedia.org)

Δυστυχώς όπως διακρίνουμε στην εικόνα που ακολουθεί οι προβλέψεις για το μέλλον είναι ιδιαίτερα δυσοίωνες καθώς υπάρχουν περιοχές στον πλανήτη όπου η αύξηση της θερμοκρασίας θα αγγίξει τους 8 βαθμούς έως το 2100. Συγκεκριμένα αναμένεται μεγάλη μεταβολή της θερμοκρασίας στους πόλους που φυσικά θα επιφέρει λιώσιμο μεγάλης ποσότητας πάγων συντελώντας έτσι στην ανύψωση της στάθμης των θαλασσών.

### Προβλέψεις αύξησης θερμοκρασίας



**Εικόνα 5:** Προβλεπόμενες αυξήσεις της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο για τη χρονική περίοδο 2070-2100 (Πηγή: http://www.el.wikipedia.org)

- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt
- Μορφοποιήθηκε:** Ελληνικά
- Διαγράφηκε:** ¶
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα
- Μορφοποιήθηκε:**  
Προεπιλεγμένη γραμματοσειρά, Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα
- Μορφοποιήθηκε:**  
Προεπιλεγμένη γραμματοσειρά, Γραμματοσειρά: Όχι Έντονα
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα

- Μορφοποιήθηκε:** Λεζάντα, Εσοχή: Πρώτη γραμμή: 28,35 στ., Διάστιχο: μονό
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα, Ελληνικά
- Διαγράφηκε:** ¶
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt
- Μορφοποιήθηκε:**  
Προεπιλεγμένη γραμματοσειρά, Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα
- Μορφοποιήθηκε:**  
Προεπιλεγμένη γραμματοσειρά, Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα
- Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

## **2: Επιπτώσεις της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και της Κλιματικής Αλλαγής στη Γεωργία**

### **2.1 Εισαγωγή**

Πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι οι σημαντικότερες μεταβολές και επιπτώσεις από το φαινόμενο του θερμοκηπίου θα σημειωθούν στην γεωργική παραγωγή. Αν και το θερμότερο κλίμα θα ωφελήσει τις καλλιέργειες σε ορισμένες ψυχρές περιοχές του πλανήτη και η παρουσία αυξημένων συγκεντρώσεων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα θα αυξήσει την απόδοση ορισμένων φυτικών καλλιεργειών, το μεγαλύτερο μέρος της επιστημονικής κοινότητας συγκλίνει στην άποψη ότι οι αρνητικές πιέσεις στην επάρκεια νερού, στην υγρασία του εδάφους, στην απόδοση και στην ποιότητα πολλών καλλιεργειών θα είναι καταλυτικές (Rosenzweig and Parry, 2004). Επιπλέον, οι ειδικοί πιστεύουν ότι ακόμα και μικρές αυξήσεις της θερμοκρασίας του πλανήτη θα μειώσουν τις σοδειές και θα προκαλέσουν μεγαλύτερη μεταβλητότητα των καλλιεργειών στις περιοχές με χαμηλό υψόμετρο. Οι αρνητικές επιπτώσεις στις αγροτικές καλλιέργειες θα επιδεινωθούν από τα συχνότερα πλέον ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως πλημμύρες, κύματα καύσωνα και ξηρασία.

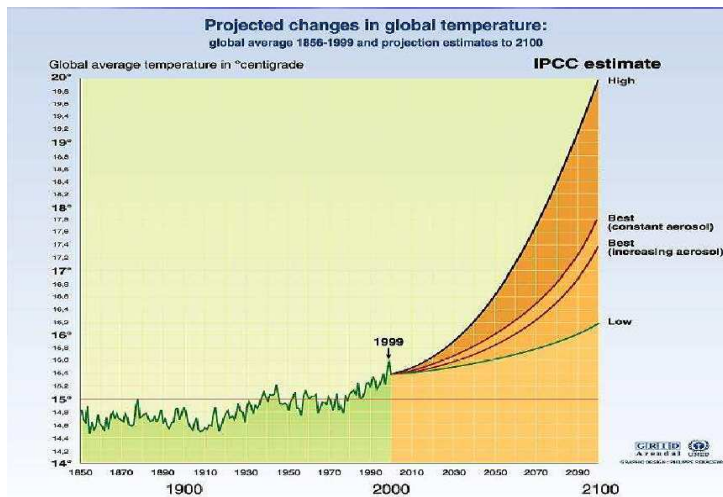
Οι επιπτώσεις της όξυνσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην γεωργική παραγωγή σε αναπτυγμένες χώρες, που έχουν την τεχνολογική και οικονομική ευχέρεια να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες, θα μετριαστούν. Από την άλλη, οι μικρές γεωργικές εκμεταλλεύσεις και οι παραγωγοί για εγχώρια κατανάλωση θα ζημιωθούν περισσότερο καθώς είναι πιο δύσκολο να προσαρμοστούν. Προβλέπεται αύξηση του κινδύνου λιμού, ιδιαίτερα στην αφρικανική ήπειρο. Παρόλα αυτά, υπάρχουν πολλές αβεβαιότητες για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην γεωργία και στην παραγωγή τροφίμων, ανάλογα με τα διάφορα σενάρια της αύξησης της θερμοκρασίας και των κλιματικών αλλαγών (Whetton et al, 1993).

### **2.2 Παράγοντες της κλιματικής αλλαγής που επηρεάζουν τη γεωργία**

Στο συγκεκριμένο υποκεφάλαιο παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι παράγοντες κλιματικής αλλαγής που αναμένεται να επηρεάσουν την γεωργία.

#### **2.2.1 Αύξηση θερμοκρασίας του αέρα**

Τα κλιματικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται διεθνώς χαρακτηρίζονται από μεγάλες διαφορές όσον αφορά τα δεδομένα κυρίως εκείνα που προέρχονται από ωκεανούς καθώς και από σοβαρές αβεβαιότητες όσον αφορά στην πρόβλεψη των θερμοκρασιακών μεταβολών στον πλανήτη. Στο Σχήμα 2.1 απεικονίζονται 4 διαφορετικά κλιματικά σενάρια για την μεταβολή της παγκόσμιας θερμοκρασίας του πλανήτη σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του IPCC.



**Εικόνα 6:** Μέση θερμοκρασία του πλανήτη από το 1860 έως το 2000 και εκτιμώμενη μέχρι το 2100 σύμφωνα με τρία διαφορετικά σενάρια περιορισμού των ρύπων.

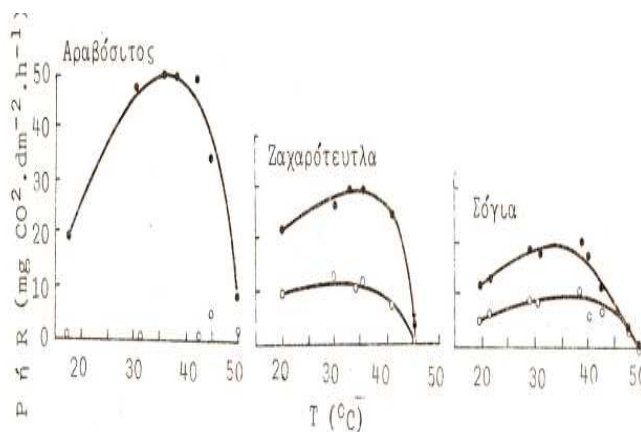
(Πηγή: IPCC, 1995)

Από την εικόνα 6 προκύπτει ότι για την περίοδο 2000-2100 αναμένεται σημαντική αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας που κυμαίνεται από (1°C-5°C).

Μελέτες καταδεικνύουν ότι στις περιοχές με μεσαίο και μεγάλο γεωγραφικό πλάτος μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C μπορεί να οδηγήσει σε μετατόπιση της καλλιέργειας δημητριακών και των βοσκότοπων κατά μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα, με ταυτόχρονη αύξηση της καλλιεργητικής περιόδου. Όσον αφορά τα εύκρατα κλίματα οι αυξήσεις της θερμοκρασίας αναμένεται να είναι μικρότερη σε αυτές τις περιοχές, ενώ οι βροχοπτώσεις αναμένεται να αυξηθούν.

Η παραγωγικότητα των καλλιεργειών προβλέπεται να αυξηθεί ελαφρώς στα μεσαία και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη για αυξήσεις της τοπικής μέσης θερμοκρασίας 1-3 °C ανάλογα με την καλλιέργεια. Στα μικρότερα γεωγραφικά πλάτη, ιδιαίτερα σε εποχιακά ξηρές και τροπικές περιοχές, η παραγωγικότητα των καλλιεργειών αναμένεται να μειωθεί ακόμη και για μικρές αυξήσεις της θερμοκρασίας.

Στο ακόλουθο Σχήμα 1 αποτυπώνεται η εξάρτηση του ρυθμού καθαρής φωτοσύνθεσης (P) και του ρυθμού φωτοαναπνοής (R) από την θερμοκρασία του αέρα σε 3 φυτά μεγάλης κλίμακας (αραβόσιτος, ζαχαρότευτλα, σόγια) με βάση τα δεδομένα των Hofstra & Hesketh (1969).



**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Σχήμα 1:** Εξάρτηση ρυθμού καθαρής φωτοσύνθεσης και φωτοαναπνοής από την θερμοκρασία. Οι κύκλοι αντιστοιχούν στις τιμές που μετρήθηκαν ενώ με ευθεία αναπαρίστανται οι προβλεπόμενες με βάση μαθηματικά μοντέλα (Πηγή: Idso et al., 1988).

Από το Σχήμα 1 παρατηρείται ότι αυξήσεις της θερμοκρασίας οδηγούν σε αύξηση του ρυθμού καθαρής φωτοσύνθεσης και η αύξηση αυτή είναι εντονότερη για την περίπτωση του αραβόσιτου. Ωστόσο και για τα 3 φυτά υπάρχει μια διαφορετική θερμοκρασία καμψής πέρα από την οποία μειώνεται και ο ρυθμός καθαρής φωτοσύνθεσης και ο ρυθμός φωτοαναπνοής. Σε περίπτωση που η θερμοκρασία ανέλθει σε τόσο υψηλές τιμές όσο το σημείο καμψής για κάθε είδος τότε, όπως είναι αντιληπτό θα παρατηρηθεί ραγδαία μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης και φωτοαναπνοής (ιδίως στην περίπτωση των ζαχαρότευτλων) που θα επιφέρει δραματικές μεταβολές στη φυσιολογία των φυτών.

Μελέτες έχουν δείξει ότι η αύξηση της θερμοκρασίας επιδρά στα φαινολογικά χαρακτηριστικά των καλλιεργούμενων φυτών, όπως στο χρόνο άνθισης και ωρίμανσης των φρούτων. Ειδικότερα ο Schöder και οι συνεργάτες του (2006) συσχέτισαν την επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας την περίοδο 1991-1999 σε σχέση με την περίοδο 1961-1990 σε ένα αριθμό φαινολογικών χαρακτηριστικών στα είδη *Corylus avellana* (Φουντουκιά), *Galanthus nivalis* (Γάλανθος, καλλωπιστικό), *Forsythia suspensa* (Φορσύθια.), *Malus domestica* (Μηλιά), *Quercus sp.* (Βελανιδιά), *Sambucus nigra* (Σαμπούκος), *Tilia sp.* (Φλαμουριά), *Sorbus aucuparia*, (Σορβιά), *Sambucus nigra* (Μελανός Σαμπούκος), *Aesculus hippocastanum* (Άσπρη Αγριοκαστανιά), *Triticum aestivum* (Μαλακό σιτάρι). Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από 640 θέσεις στη Γερμανία. Στα είδη αυτά διερευνήθηκε η επίδραση στην έναρξη των εξής

φαινολογικών σταδίων: άνθιση, καρπός, έκπτυξη φύλλων, αλλαγή χρώματος φύλλων και νεαρή βλάστηση, τα οποία αποτελούν ενδείξεις για την επίδραση της αλλαγής του κλίματος σε τοπικό επίπεδο. Η επιστημονική ομάδα συμπεραίνει ότι η αύξηση της θερμοκρασίας την περίοδο 1991-1999 σε σχέση με την περίοδο 1961-1990 συσχετίζεται (μέσος συντελεστής συσχέτισης 0,84) με την πρωίμηση των προαναφερόμενων φαινολογικών σταδίων την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο.

## 2.2.2 Επίδραση αυξανόμενων συγκεντρώσεων CO<sub>2</sub>

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα έχουν θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στα φυτά. Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα προκαλεί αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης. Οι επιδράσεις της αύξησης διοξειδίου του άνθρακα είναι εντονότερες σε καλλιέργειες σιταριού από ότι σε καλλιέργειες καλαμποκιού.

Λίγες μελέτες διερευνούν τις επιδράσεις των υψηλών συγκεντρώσεων CO<sub>2</sub> σε όλο το γεωργικό σύστημα. Τα περισσότερα μοντέλα εξετάζουν την σχέση μεταξύ επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα και φυτικής παραγωγικότητας. Στο Σχήμα 2 αποτυπώνεται η αλληλεξάρτηση μεταξύ θερμοκρασίας και διοξειδίου του άνθρακα. Από όπου και προκύπτει

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Διαγράφηκε:** .

**Διαγράφηκε:** ¶

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

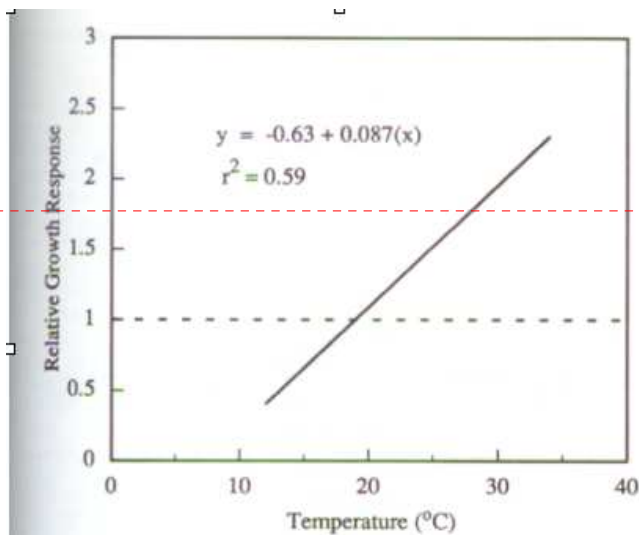
**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

ότι υφίσταται μια σχέση σημαντικής ( $r^2=0.59$ ) γραμμικής θετικής εξάρτησης μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών.

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά



Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά

**Σχήμα 2.:** Αλληλεπίδραση θερμοκρασίας και συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> (Πηγή: Idso et al., 1988)

Διαγράφηκε: ¶

Μορφοποιήθηκε:  
Γραμματοσειρά: 11 pt

Μορφοποιήθηκε:  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα

Μορφοποιήθηκε:  
Γραμματοσειρά: 11 pt

Μορφοποιήθηκε:  
Γραμματοσειρά: 11 pt

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά

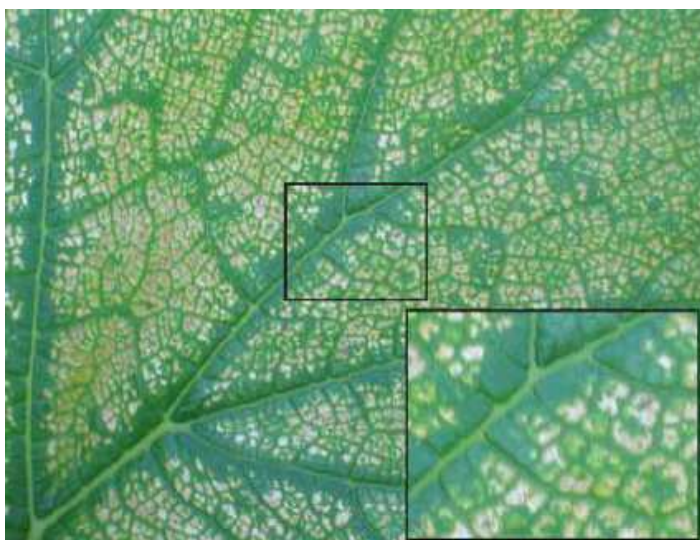
Αν και όπως προαναφέρθηκε η αύξηση του CO<sub>2</sub> ευνοεί τη ανάπτυξη των φυτών σε ένα σημαντικό αριθμό δημοσιεύσεων αποδείχθηκε ότι οι θετικές επιπτώσεις από την αύξηση αυτή μετριάζονται όταν λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες κλιματικής αλλαγής όπως η αύξηση του όζοντος. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει ακόμα μια φορά την πολυπλοκότητα των επιδράσεων αυτών και την αναγκαιότητα χρήσης πολύπλοκων και παραγοντικών μαθηματικών μοντέλων για την περιγραφή των μεταβολών αυτών.

### 2.2.3 Επιδράσεις οξειδίων του αζώτου

Η επίδραση ενός ρύπου στους φυτικούς οργανισμούς δεν εξαρτάται μόνο από την συγκέντρωση αλλά και από την χρονική διάρκεια που έχει εφαρμοστεί. Επιπλέον σημασία στον καθορισμό των επιπτώσεων παίζει και το είδος του φυτού. Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι προκαλούν μεταβολικές δυσλειτουργίες στα φυτά, τα συμπτώματα των οποίων κάνουν την εμφάνισή τους μόνο όταν τα επίπεδα των ρύπων ξεπεράσουν κάποια συγκεκριμένα όρια. Ενδεικτικά, η φωτοσυνθετική λειτουργία παρεμποδίζεται όταν η συγκέντρωση των οξειδίων του αζώτου ξεπεράσει τα 0.1 ppm. Τα οξείδια του αζώτου αποτελούν αέρια του θερμοκηπίου που προέρχονται από τις αστικές και τις βιομηχανικές εκπομπές. Από πειραματικά δεδομένα έχει αποδειχτεί ότι οι συγκεκριμένοι ρύποι καταστρέφουν την υγεία των φυτών και μειώνουν την παραγωγικότητά τους.



Οι αέριοι ρύποι εισέρχονται στα φυτά μέσω των στοματίων και διαλύονται στην υδατική φάση των αποπλαστικών χώρων παράγοντας θειώδη, νιτρώδη και νιτρικά ιόντα τα οποία σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι τοξικά για το κύτταρο. Ιδιαίτερα, το όζον αποτελεί έναν από τους πιο επικίνδυνους ρύπους για τους φυτικούς οργανισμούς. Τη διάλυση του όζοντος στην υδατική φάση ακολουθεί η ταχεία διάσπαση του με αποτέλεσμα να ελευθερώνονται τοξικές ελεύθερες ρίζες οξυγόνου. Οι ρίζες αυτές προκαλούν οξείδωση στα ακόρεστα λιπίδια των μεμβρανών και οξείδωση των ενζυμικών μορίων. Τα πρώτα ορατά συμπτώματα τοξικότητας λόγω έκθεσης σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος είναι ο σχηματισμός νεκρωτικών κηλίδων στο έλασμα των φύλλων όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα 7.



**Εικόνα 7.:** Επίδραση του όζοντος στα φύλλα των φυτών(πηγή : <http://www.aua.gr>)

Χρειάζεται να τονιστεί ότι οι βλάβες που προκαλεί το όζον είναι ανάλογες με τις συγκεντρώσεις και διαχωρίζονται σε οξείες (συμπτωματικές) και χρόνιες, με επιπτώσεις στην ανάπτυξη δένδρων και φυτών, μείωσης της παραγωγικότητας αγροτικών προϊόντων και καταστροφές σε δάση. Το όζον όπως και οι άλλες οξειδωτικές ενώσεις προκαλούν οξειδωτική καταπόνηση με την καταστροφή των αντι-οξειδωτικών αμυντικών μηχανισμών των φυτών (Krupa and Manning, 1996). Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει μακροχρόνιες έρευνες σε δάση της Ευρώπης και των ΗΠΑ για τις επιπτώσεις της οξειδωτικής δράσης του όζοντος, των οξειδίων του αζώτου και της όξινης βροχής (acid rain). Το όζον έχει την ιδιότητα να διαλύεται εύκολα στο νερό και να διεισδύει στα υπό-κυτταρικά 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 στους φυτικούς οργανισμούς (Kickert and Krupa, 1991). Επιπλέον, το όζον επιδρά σε σημαντικό βαθμό, σε υψηλές συγκεντρώσεις και μακροχρόνια έκθεση, στα δένδρα και τα φυτά παρεμποδίζει τη φωτοσύνθεση, την ανάπτυξη και την αντιμετώπιση ασθενειών. Πολυάριθμες έρευνες αλλά και πειράματα σε ειδικά διασκευασμένες εγκαταστάσεις με πειραματικούς κλωβούς, έδειξαν την ποικιλία και την έκταση των βλαβών που προκαλεί το όζον στην ανάπτυξη των δένδρων και φυτών (Fuhrer et al., 2000).

Διαγράφηκε: ¶  
¶

## 2.2.4 Επίδραση ηλιακής ακτινοβολίας

Οι μεταβολές στην ηλιακή ακτινοβολία είναι αρκετά δύσκολο να προβλεφτούν αφού οι αλλαγές στην πυκνότητα του νέφους από την παγκόσμια υπερθέρμανση είναι αβέβαιες. Γενικά, η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την γεωργική παραγωγή στα ξηρά εύκρατα κλίματα, ενώ συνεισφέρει θετικά στα υγρά εύκρατα κλίματα. Αν και στη βιβλιογραφία δεν έχει μελετηθεί εκτενώς η αντίδραση των καλλιεργειών σε μειωμένα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας, ωστόσο έχει αποδειχθεί ότι ο σκοτεινός καιρός επιβραδύνει την καλλιεργητική παραγωγή.

## 2.2.5 Επίδραση μεταβολής στη στάθμη της θάλασσας

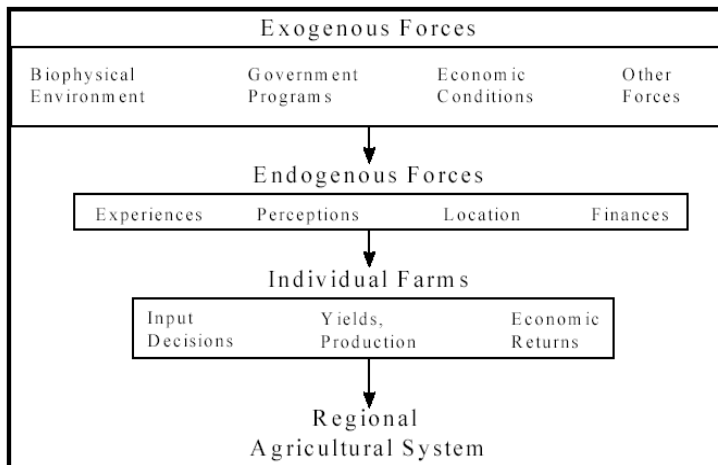
Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής όσον αφορά τη μεταβολή της στάθμης της θάλασσας αποτελούν σημείο διαφωνίας στην διεθνή επιστημονική κοινότητα, με μια ισχυρή μειοψηφία ερευνητών να μην επιβεβαιώνει παγκόσμια αύξηση στα επίπεδα της στάθμης της θάλασσας. Το μεγαλύτερο μέρος των γεωργικών περιοχών παγκοσμίως βρίσκονται σε απόσταση 5 μέτρων από τη στάθμη της θάλασσας. Η ανταπόκριση των καλλιεργειών σε μεταβολές της στάθμης της θάλασσας αλλά και των επιπέδων αλατότητας παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις από είδος σε είδος αλλά και σε διαφορετικά εδάφη, προκαλώντας κυρίως έντονες πλημμύρες. Μια ενδεχόμενη μεταβολή στη στάθμη της θάλασσας αναμένεται να επηρεάσει σημαντικά την γεωργία σε περιοχές της νότιο-ανατολικής Ασίας (<http://www.irri.org>).

## 2.3 Μέθοδοι ανάλυσης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής στην γεωργία

Η γεωργία αποτελεί μια δραστηριότητα που επηρεάζεται από πολλές ενδογενείς και εξωγενείς παραμέτρους (Σχήμα 3). Οι εξωγενείς παράμετροι περιλαμβάνουν το βιο-φυσικό περιβάλλον, την κυβερνητική πολιτική και τις οικονομικές συνθήκες. Οι ενδογενείς δυνάμεις περιλαμβάνουν την εμπειρία του αγρότη, τις αντιλήψεις του, την τοποθεσία του αγροκτήματος και την οικονομική διαχείριση του. Συνδυάζοντας αυτές τις δυνάμεις, προκύπτει ένα ευρύ σύνολο ξεχωριστών αγροκτημάτων, οι εσωτερικές λειτουργίες των οποίων συνιστούν ένα οργανωμένο περιφερειακό γεωργικό σύστημα. Το σύστημα αυτό αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου αγρό-τροφικού συστήματος, στο οποίο η εμπορική γεωργία είναι ένα στάδιο στην διαδικασία παραγωγής τροφίμων που συνδέει τους αγρότες με τους καταναλωτές.

Διαγράφηκε: ¶

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά



**Σχήμα 3:** Εσωτερικοί και εξωτερικοί παράμετροι που επηρεάζουν τη γεωργική δραστηριότητα. (Πηγή: Smit et al., 1996)

Οι κλιματικές συνθήκες αποτελούν μια σημαντική εξωγενή δύναμη που επηρεάζει αποφασιστικά το περιφερειακό γεωργικό σύστημα. Οι μεταβολές των κλιματικών αλλαγών επιδρούν σημαντικά στη γεωργία. Σε ένα μεγάλο αριθμό δημοσιεύσεων παρουσιάζεται και αναλύεται, με τη βοήθεια διαφορετικών μεθοδολογιών, η αιτιώδης σύνδεση ανάμεσα στην γεωργική οικονομική δραστηριότητα, στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, στην κλιματική αλλαγή και στις οικονομικές επιπτώσεις που προκαλούνται από αυτή (Mount and Li, 1994).

Η παγκόσμια τράπεζα έχει πραγματοποιήσει αρκετές μελέτες, κυρίως στην Αφρική και στην Λατινική Αμερική για να εκτιμήσει την οικονομική επίπτωση της κλιματικής αλλαγής στην γεωργία (Deressa, 2007; Molua and Lambi, 2007). Οι συγκεκριμένες μελέτες εξετάζουν την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη γεωργική καλλιέργεια χρησιμοποιώντας μια διατομεακή (cross-section) προσέγγιση για να μετρήσουν την σχέση κλίματος και καθαρού εισοδήματος από τις καλλιέργειες βασιζόμενοι σε δεδομένα σε επίπεδα αγροκτήματος. Διαφορετικά κλιματικά σενάρια έχουν εξεταστεί για να προσδιορίσουν το πώς η γεωργία ανταποκρίνεται στις κλιματικές μεταβολές. Εντούτοις, στις μελέτες της παγκόσμιας τράπεζας δεν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση του άνθρακα που χρησιμοποιείται για την λίπανση του εδάφους, καθώς και πιθανές τεχνολογικές αλλαγές που έχει υιοθετήσει ο αγρότης.

Το κύριο ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για τη μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής είναι η ολοκληρωμένη αξιολόγηση (integrated assessment). Το συγκεκριμένο μοντέλο συνδυάζει τα χαρακτηριστικά πολλών γνωστικών αντικειμένων με στόχο, ξεκινώντας από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο περιβάλλον, να αποτυπώσει τις τελικές επιδράσεις στην γεωργία. Το παρακάτω σχήμα 4 απεικονίζει την λογική που στηρίζεται το μοντέλο της ολοκληρωμένης αξιολόγησης.

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Διαγράφηκε:** ¶

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

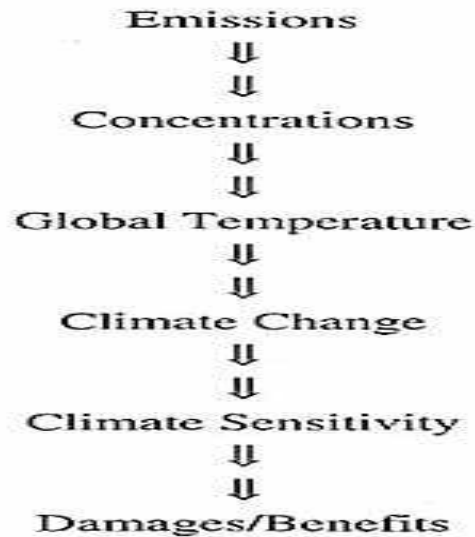
**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt, Όχι Έντονα

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

**Διαγράφηκε:** v

**Διαγράφηκε:** v

**Διαγράφηκε:** v



**Σχήμα 4.:** Μοντέλο ολοκληρωμένης αξιολόγησης

(Πηγή: <http://www.fao.org>)

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: 11 pt

Σύμφωνα με το Σχήμα 4, οι αυξημένες συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου προβλέπεται ότι θα οδηγήσουν σε σταδιακή αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα στους επιστήμονες που μελετούν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, όσον αφορά στο βαθμό των θερμοκρασιακών μεταβολών που αναμένεται να προκληθούν από την κλιματική αλλαγή.

Η μέθοδος τομεακής διασταύρωσης (cross-sectional approach) εξετάζει την απόδοση των αγροκτημάτων με βάση την κλιματική ζώνη στην οποία ανήκουν (Mendelsohn et al, 1996). Η συγκεκριμένη προσέγγιση έχει χρησιμοποιηθεί για να εκτιμήσει την επίδραση περιβαλλοντικών μέτρων στο αγροτικό εισόδημα. Χρησιμοποιώντας ένα σύνολο περιβαλλοντικών εισροών μπορεί να εκτιμηθεί η συνεισφορά της κάθε εισροής στο γεωργικό εισόδημα. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε σε μελέτες στην Αμερική (Mendelsohn et al, 1996) και στην Βραζιλία (Sanghi, A. 1998). Επιπλέον, μια παραλλαγή της συγκεκριμένης μεθόδου χρησιμοποιήθηκε στην Ινδία, όπου το καθαρό ετήσιο γεωργικό κέρδος αντικαταστάθηκε από την αξία της γης (Kumar and Parikh, 1998). Σε όλες τις παραπάνω μελέτες οι χώρες είχαν αρκετά μεγάλη έκταση ώστε να περιέχουν αρκετές διαφορετικές κλιματικές ζώνες. Υπολογίζοντας την οικονομική απόδοση των αγροκτημάτων σε διαφορετικές κλιματικές ζώνες μπορεί κάποιος να υπολογίσει την κλιματική ευαισθησία σε κάθε χώρα.

Η γεωπονική-οικονομική μέθοδος (agronomic-economic method) χρησιμοποιεί ένα μοντέλο καλλιέργειας που έχει καθοριστεί με βάση γεωπονικά πειράματα (Rosenzweig and Parry, 1994; Kumar and Parikh, 1998). Οι καλλιέργειες αναπτύσσονται σε εργαστηριακό περιβάλλον κάτω από διαφορετικές κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, βροχόπτωση) και επίπεδα εκπομπών άνθρακα. Οι αλλαγές στην σοδειά εισέρχονται σε οικονομικά μοντέλα που προβλέπουν τη συνολική παραγωγή καθώς και τις τιμές. Επειδή κάθε καλλιέργεια απαιτεί μεγάλο αριθμό πειραμάτων, μόνο οι πιο σημαντικές καλλιέργειες μελετώνται. Σχεδόν όλες οι γεωπονικές μελέτες αυτού του είδους εστιάζουν στα σιτηρά. Μια σημαντική εξαίρεση αποτελεί η μελέτη των Adams et al (1998) στην οποία δεν συμπεριλαμβάνονται

**Διαγράφηκε:** v

μόνο σιτηρά αλλά και ντομάτες και εσπεριδοειδή που θεωρούνται πιο ανθεκτικές καλλιέργειες στις υψηλές θερμοκρασίες.

Στη συγκεκριμένη προσέγγιση η αιτιώδης σχέση μεταξύ κλιματικής αλλαγής και σοδειάς καλλιέργειας προσδιορίζεται με βάση ελεγχόμενα πειράματα, παρέχοντας αξιόπιστες προβλέψεις για το πώς οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν τη σοδειά. Εντούτοις, τα συγκεκριμένα πειράματα έχουν μεγάλο κόστος.

Διαγράφηκε: ¶

Επιπλέον, τα γεωπονικά μοντέλα δεν λαμβάνουν υπόψη την προσαρμογή των γεωργών στις νέες τεχνολογίες. Όλες οι μελέτες εφαρμόζουν κλιματικά σενάρια πάνω στα γεωργικά συστήματα. Αυτό είναι προβληματικό καθώς η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει τα γεωργικά συστήματα μετά από δεκαετίες. Είναι σημαντικό να ενσωματωθούν οι τεχνικές αλλαγές στα γεωργικά και κτηνοτροφικά συστήματα με στόχο να προβλεφτεί η κλιματική μεταβολή όταν πραγματοποιούνται τεχνολογικές αλλαγές. Ο Adams et al (1998) αντιμετώπισε αυτό το ερευνητικό ερώτημα, πως θα μεταβληθεί η γεωργική εκμετάλλευση στις Η.Π.Α. μέχρι το 2060. Αν και οι συγκεκριμένες προβλέψεις αποτελούν ουσιαστικά γραμμικές προεκβολές παλιότερων τεχνολογικών μεταβολών, οι συγγραφείς προσπάθησαν να αποτιμήσουν μελλοντικά κλιματικά σενάρια. Η ενσωμάτωση των τεχνολογικών μεταβολών είναι ιδιαίτερα σημαντική στις αναπτυσσόμενες χώρες στις οποίες οι νέες τεχνολογίες στην γεωργία διεισδύουν εντυπωσιακά.

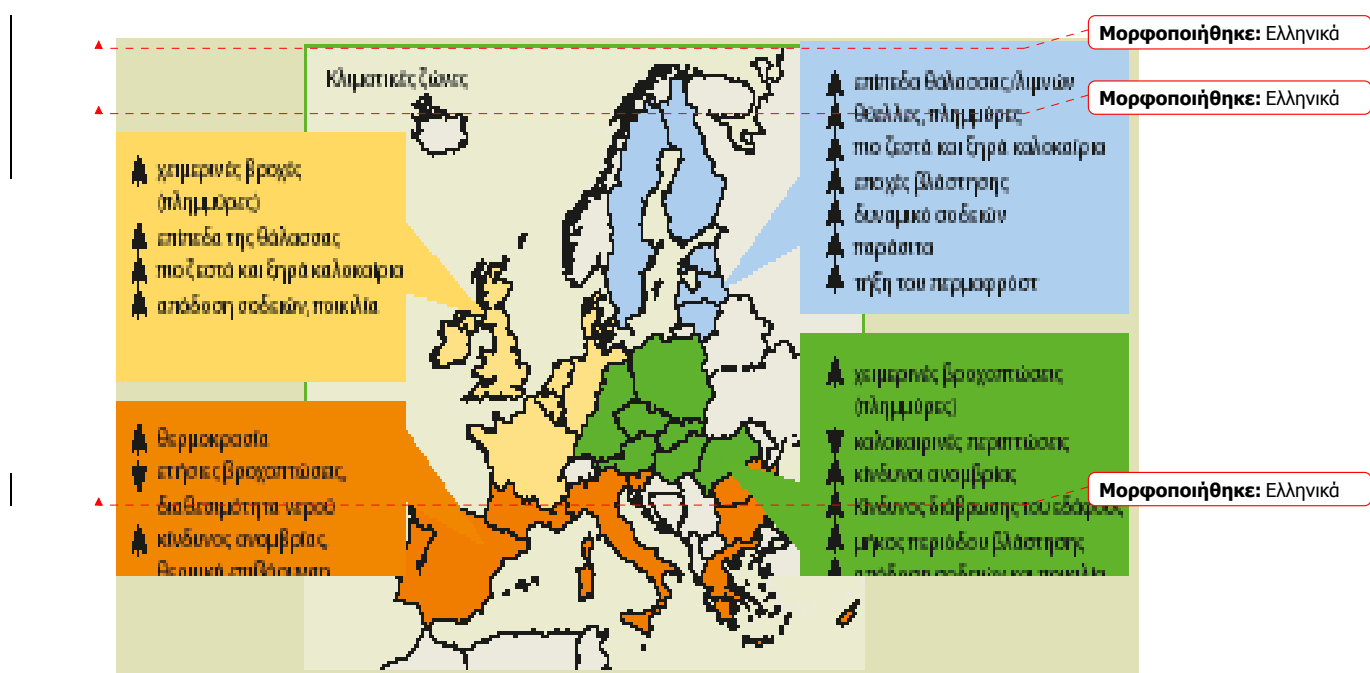
Αρκετές μελέτες τα τελευταία χρόνια αφορούν στις άμεσες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη στράγγιση (π.χ. Chiew et al., 1995) και την διάβρωση του εδάφους (π.χ. Favis et al., 1996). Οι συγκεκριμένες μελέτες μοντελοποιούν τις βιολογικές και φυσικές διεργασίες που σχετίζονται με τη στράγγιση και την διάβρωση του εδάφους, ως συνέπειες της προβλεπόμενης κλιματικής αλλαγής. Εντούτοις, δεν λαμβάνουν υπόψη τις οικονομικές απώλειες των γεωργών από την κλιματική αλλαγή. Αντίθετα, υποθέτουν απλά ότι οι γεωργοί θα συνεχίζουν να παράγουν τις ίδιες καλλιέργειες χρησιμοποιώντας τις ίδιες πρακτικές.

## 2.4 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η κλιματική αλλαγή θα έχει πολύπλοκες επιπτώσεις στις βιοφυσικές διεργασίες που στηρίζουν τα γεωργικά συστήματα, με συγχρόνως αρνητικές και θετικές συνέπειες στις διάφορες περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα και οι υψηλότερες θερμοκρασίες θα επηρεάσουν τον όγκο, την ποιότητα και τη σταθερότητα της παραγωγής τροφίμων και το φυσικό περιβάλλον στο οποίο εντάσσεται η γεωργία. Οι κλιματικές διακυμάνσεις θα έχουν επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα των υδάτινων πόρων, στους επιβλαβείς οργανισμούς, στις ασθένειες και στα εδάφη, γεγονός που θα οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές των συνθηκών γεωργικής και ζωικής παραγωγής. Σε ακραίες περιπτώσεις, η υποβάθμιση των γεωργικών οικοσυστημάτων μπορεί να προκαλέσει ερημοποίηση, με αποτέλεσμα την πλήρη απώλεια της παραγωγικής ικανότητας της συγκεκριμένης γης.

Βραχυπρόθεσμα, η συχνότητα και η ένταση των ακραίων καιρικών φαινομένων και οι εποχικές μεταβολές της τυπολογίας των κατακρημνισμάτων είναι οι παράγοντες που ενδέχεται να έχουν τις σοβαρότερες συνέπειες για τη γεωργία. Υπάρχουν σημαντικές γεωγραφικές διακυμάνσεις όσον αφορά τις αναμενόμενες κλιματικές συνθήκες κατά τον εικοστό πρώτο αιώνα. Σε ορισμένες περιοχές, θα

σημειωθούν συγχρόνως αρνητικές και θετικές επενέργειες, με άγνωστα καθαρά αποτελέσματα, καθώς δεν είναι ακόμη καλά κατανοητές οι αντιδράσεις των καλλιεργειών στις κλιματικές διακυμάνσεις. Αν και η αλλαγή του κλίματος είναι παγκόσμιο φαινόμενο, οι τοπικές της επιπτώσεις ποικίλουν. Οι συνολικές καθαρές επενέργειες στις δραστηριότητες των γεωργικών εκμεταλλεύσεων θα διαφέρουν ανά την Ευρωπαϊκή Ένωση και μεταξύ των τύπων εκμεταλλεύσεων μιας ίδιας περιοχής. Στην εικόνα 8 παρουσιάζονται οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής σε διάφορες περιοχές της Ε.Ε. Η νότια Ευρώπη και η λεκάνη της Μεσογείου θα υποστούν το συνδυασμένο αποτέλεσμα της μεγάλης αύξησης της θερμοκρασίας και της μειωμένης ατμοσφαιρικής κατακρήμνισης. Επίσης, ιδιαίτερα ευάλωτες είναι οι ορεινές περιοχές, ιδιαίτερα οι Άλπεις, και τα μικρά νησιά. Τα πυκνοκατοικημένα πεδία κατάκλισης κινδυνεύουν επίσης εξαιτίας του αυξανόμενου κινδύνου θυελλών, έντονων βροχοπτώσεων και στιγμιαίων πλημμύρων με αποτέλεσμα εκτεταμένες ζημιές. Η κλιματική αλλαγή θα αυξήσει επίσης τις τοπικές διαφορές στους φυσικούς πόρους της Ευρώπης.



**Εικόνα 8:** Προβλεπόμενες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στην Ε.Ε.

**Πηγή:** Γενική Διεύθυνση Γεωργίας Ευρωπαϊκής Επιτροπής

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, 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. Η προβλεπόμενη κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει το επίπεδο και τη μεταβλητότητα της απόδοσης των σοδειών και, μακροπρόθεσμα, πολλές καλλιέργειες θα μεταφέρονται σε πιο βόρεια υψόμετρα.

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά

#### 2.4.1 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις καλλιέργειες

Ορισμένες πτυχές της αλλαγής του κλίματος, όπως η άνοδος της θερμοκρασίας, η αύξηση της φωτοσύνθεσης λόγω της αυξημένης παρουσίας διοξειδίου του άνθρακα στον ατμοσφαιρικό αέρα και οι παρατεταμένες καλλιεργητικές περίοδοι, ενδέχεται να έχουν ελαφρώς θετικές επενέργειες στην παραγωγικότητα των αροτραίων καλλιεργειών σε ορισμένες περιοχές, τουλάχιστον έως τα μέσα του αιώνα. Στις βόρειες περιοχές, είναι πιθανό να αυξηθούν οι αποδόσεις και να διευρυνθεί το φάσμα των δυνατών καλλιεργειών, αλλά τα οφέλη αυτά θα προκύψουν μόνο σε περίπτωση χαμηλής αύξησης της θερμοκρασίας και είναι άκρως αβέβαια. Η περαιτέρω θέρμανση θα έχει όλο και πιο βλαβερές επιπτώσεις, επειδή η ανάπτυξη και η απόδοση των φυτών εξαρτώνται από τις οριακές τιμές της θερμοκρασίας που συνδέονται με τα βασικά αναπαραγωγικά στάδια. Η επιτάχυνση του κύκλου καλλιέργειας μπορεί να έχει αρνητικές επενέργειες στο φορτίο και στην ποιότητα των σπόρων. Μπορεί να αναμένεται ότι η αυξημένη ετήσια και εποχική μεταβλητότητα των βροχοπτώσεων θα έχει διάφορες αρνητικές επιπτώσεις, όπως μείωση των θερινών βροχοπτώσεων στο νότιο τμήμα της Ε.Ε. και αύξηση της έντασης των χειμερινών βροχοπτώσεων στο κεντρικό και το βόρειο τμήμα της Ε.Ε. Οι ακραίες καιρικές συνθήκες, όπως οι καύσωνες και η ξηρασία, ενδέχεται να διαταράξουν σοβαρά την παραγωγή, ιδίως κατά τις κρίσιμες φάσεις της ανάπτυξης των καλλιεργειών.

Πιο συγκεκριμένα, η παραγωγή λαχανικών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη διαθεσιμότητα νερού ή ακόμη και από μικρότερες πιέσεις οφειλόμενες σε θερμοκρασίες εκτός του βέλτιστου πεδίου τιμών, γεγονός που καθιστά αυτό το είδος παραγωγής ιδιαίτερα ευάλωτο στη κλιματική αλλαγή. Για τις πολυετείς καλλιέργειες, τα ακραία φαινόμενα αντιπροσωπεύουν σοβαρό κίνδυνο, δεδομένου ότι μπορούν να επηρεάσουν την ικανότητα παραγωγής για διάστημα πολλών ετών. Οι πολυετείς καλλιέργειες επηρεάζονται επίσης από την αυξημένη πρωιμότητα των φαινολογικών σταδίων, ενώ σε σχέση με τις αροτραίες καλλιέργειες οι δυνατότητες προσαρμογής τους μέσω της αλλαγής του χρονοδιαγράμματος των καλλιεργητικών εργασιών είναι λιγότερες.

Πολλά οπωροφόρα δέντρα είναι ευπαθή στους εαρινούς παγετούς κατά την περίοδο ανθοφορίας και οι χειμερινές θερμοκρασίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγικότητα, δεδομένου ότι η άνοδος της θερμοκρασίας θα επισπεύσει τόσο την εμφάνιση των τελευταίων εαρινών παγετών όσο και την ανθοφορία, ο κίνδυνος ζημιών είναι πιθανό να παραμείνει σε μεγάλο βαθμό αμετάβλητος. Ο κίνδυνος ζημιών λόγω πρώιμων φθινοπωρινών παγετών είναι πιθανό να μειωθεί, ενώ θα αυξηθούν μάλλον οι ανάγκες σε νερό. Αναμένεται να αυξηθούν οι συνδεόμενες με επιβλαβείς οργανισμούς και ασθένειες δυσκολίες.

Στις επιπτώσεις στον τομέα του οίνου περιλαμβάνονται ο υψηλότερος κίνδυνος παγετού, η συντόμευση της περιόδου ωρίμανσης, η λειψυδρία που μπορεί να είναι ιδιαίτερα επιβλαβής στο στάδιο της ωρίμανσης, και η αλλαγή της τυπολογίας των

επιβλαβών οργανισμών και ασθενειών. Η γεωγραφική ζώνη της Ευρώπης που προσφέρεται για την οινοπαραγωγή και την ελαιοπαραγωγή ενδέχεται να επεκταθεί βόρεια και ανατολικά. Στις σημερινές περιοχές παραγωγής, είναι πιθανό να σημειωθεί μεγαλύτερη διακύμανση της παραγωγής φρούτων.

#### 2.4.2 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο ζωικό κεφάλαιο

Οι ξηρότερες συνθήκες και η άνοδος των θερμοκρασιών θα επηρεάσουν τις κτηνοτροφικές δραστηριότητες με διάφορους τρόπους και θα έχουν επιπτώσεις στην υγεία και στην καλή διαβίωση των ζώων. Η επίδραση της αλλαγής του κλίματος στον κτηνοτροφικό τομέα είναι σύνθετη λόγω της ευρείας ποικιλότητας των συστημάτων παραγωγής στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η υπερθέρμανση και τα ακραία φαινόμενα, όπως οι καύσωνες, θα έχουν άμεσες επιπτώσεις στην υγεία των ζώων, στην ανάπτυξη και στην παραγωγή, καθώς και στην αναπαραγωγή. Θα προκύψουν επίσης έμμεσες επενέργειες από τις μεταβολές στην παραγωγικότητα των βοσκότοπων και των κτηνοτροφικών καλλιεργειών, οι οποίες θα επηρεάσουν και την κατανομή των ζωικών ασθενειών. Ενδέχεται να γίνουν αισθητές ιδιαίτερα δυσμενείς επιπτώσεις στα συστήματα εκτατικής βόσκησης, τα οποία εξαρτώνται άμεσα από τις κλιματικές συνθήκες για την παροχή ζωοτροφών και χώρων στέγασης. Στις μεσογειακές περιοχές, η άνοδος της θερμοκρασίας και η ανεπάρκεια θερινών βροχοπτώσεων θα συντομεύσουν την περίοδο βόσκησης και θα μειώσουν την παραγωγή χορτονομής υποβαθμίζοντας και την ποιότητά της. Στις υγρές περιοχές της βορειοδυτικής Ευρώπης, μια μέτρια άνοδος των θερμοκρασιών μπορεί ωστόσο να ωφελήσει τις κτηνοτροφικές δραστηριότητες, βραχυπρόθεσμα έως μεσοπρόθεσμα, λόγω της αύξησης της παραγωγικότητας των βοσκότοπων.

Διαγράφηκε: ¶

#### 2.4.3 Οικονομικές επιπτώσεις των συνδεδεμένων με το κλίμα κινδύνων

Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, δεν έχει ακόμη αποδειχθεί ο συσχετισμός μεταξύ της υπερθέρμανσης κατά τις τελευταίες δεκαετίες και των επιπέδων απόδοσης των καλλιεργειών, που έχουν αυξηθεί γενικά. Μέχρι στιγμής, οι επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος έχουν υπεραντισταθμιστεί από τις επενέργειες των τεχνολογικών βελτιώσεων, της καλύτερης διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και της συνεχούς προσαρμογής των γεωργικών πρακτικών. Ωστόσο, οι διακυμάνσεις της απόδοσης των καλλιεργειών έχουν αυξηθεί από την αρχή του αιώνα λόγω των ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως η ξηρασία και ο καύσωνας, το καλοκαίρι του 2003, και η εαρινή ξηρασία, το 2007. Σύμφωνα με τις περισσότερες εκτιμήσεις, σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης συνολικά, η αναμενόμενη εξέλιξη των μέσων κλιματικών μεταβλητών θα ωφελήσει τη γεωργική παραγωγή κατά τις τρεις επόμενες δεκαετίες. Ωστόσο, μπορεί να αναμένονται όλο και δυσμενέστερες επιπτώσεις λόγω ακραίων φαινομένων πριν από τα μέσα του αιώνα. Επιπλέον της διαταραχής της ετήσιας παραγωγής, τα ακραία καιρικά φαινόμενα μπορούν να πλήξουν ζημιές. Αν και είναι αβέβαιες οι προβλέψεις για τις επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος στη γεωργική παραγωγικότητα και στις τιμές, αναμένεται ότι η αύξηση των ακραίων φαινομένων θα έχει συνέπειες όσον αφορά στην αστάθεια της γεωργικής παραγωγής, λόγω ανεπαρκούς εφοδιασμού εξαιτίας των καιρικών συνθηκών. Αν και οι τελικές επιπτώσεις στο γεωργικό εισόδημα εξαρτώνται από την αλληλεπίδραση διάφορων παραγόντων, όπως η παγκόσμια αγορά και η πολιτική στήριξης, η αυξημένη πιθανότητα ανεπαρκειών της παραγωγής μπορεί να συνεπάγεται ολοένα μεγαλύτερη αστάθεια της οικονομικής κατάστασης των γεωργών που πλήττονται από ακραία καιρικά φαινόμενα.



#### 2.4.4 . Ευρύτεροι κλιματικοί κίνδυνοι για τις αγροτικές περιοχές

Οι αγροτικές περιοχές εκτίθενται σε ένα ευρύ φάσμα επιπτώσεων λόγω των κλιματικών διακυμάνσεων, πέραν εκείνων που επηρεάζουν άμεσα τη γεωργία. Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται ο αυξημένος κίνδυνος πλημμυρών, ιδίως στις κεντρικές και βόρειες περιοχές, και οι κίνδυνοι ζημιών στις υποδομές λόγω άλλων ακραίων φαινομένων. Ο αυξανόμενος ανταγωνισμός για το νερό μεταξύ των διάφορων χρήσεων θα επηρεάσει επίσης τον αγροτικό πληθυσμό και τις αγροτικές οικονομίες. Τα δασικά οικοσυστήματα και η δασοκομία είναι σημαντικά σε πολλές αγροτικές περιοχές. Η κλιματική αλλαγή θα αυξήσει τον κίνδυνο διαταραχών λόγω καταιγίδων, πυρκαγιών, εμφάνισης επιβλαβών οργανισμών και εστιών ασθeneιών, με επιπτώσεις στην ανάπτυξη των δασών και στη δασική παραγωγή. Το γεγονός αυτό θα επηρεάσει την οικονομική βιωσιμότητα της δασοκομίας, κυρίως στις νότιες περιοχές, καθώς και την ικανότητα των δασών να παρέχουν περιβαλλοντικές υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένης της απορρόφησης άνθρακα. Η τάση μείωσης της χιονοκάλυψης στις ορεινές περιοχές θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στον χειμερινό τουρισμό και στις αγροτικές οικονομίες που εξαρτώνται από το τουριστικό εισόδημα. Αυτό μπορεί να ισχύει επίσης για περιοχές που πλήττονται από λειψυδρία, ενώ χάρη στο θερμότερο κλίμα ενδέχεται να δημιουργηθούν νέες ευκαιρίες τουρισμού στις αγροτικές περιοχές άλλων τμημάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Διαγράφηκε: ¶

#### 2.5 Παγκόσμιες επιπτώσεις στη γεωργία και στην επισιτιστική ασφάλεια

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά

Η αλλαγή του κλίματος προσδίδει μια πρόσθετη διάσταση στην παγκόσμια πρόκληση που συνιστά η αύξηση της γεωργικής παραγωγής προκειμένου να αντιμετωπιστεί η προβλεπόμενη πληθυσμιακή αύξηση, η επισιτιστική ασφάλεια και η διασφάλιση των αγροτικών μέσων διαβίωσης, διατηρώντας συγχρόνως αυστηρά πρότυπα περιβαλλοντικής προστασίας ανά τον κόσμο.

Στις περιοχές χαμηλού γεωγραφικού πλάτους, όπου βρίσκονται οι περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες, ακόμη και η περιορισμένη πρόσθετη θέρμανση θα μειώσει την απόδοση των καλλιεργειών και θα προκαλέσει μεγαλύτερες διακυμάνσεις της απόδοσης αυτής, με σοβαρές τοπικές συνέπειες για την επισιτιστική ασφάλεια. Οι αρνητικές επενέργειες στην απόδοση των καλλιεργειών θα επιδεινωθούν εξαιτίας των συχνότερων ακραίων καιρικών φαινομένων. Κατόπιν τούτου, είναι πιθανό να παρατηρηθεί αύξηση της εξάρτησης από τις εισαγωγές τροφίμων και του αριθμού των ανθρώπων που απειλούνται από την πείνα.

Στα υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη, η αυξανόμενη παραγωγικότητα αναμένεται να είναι το κυρίαρχο στοιχείο κατά τις αμέσως προσεχείς δεκαετίες. Παρά τις περιφερειακές αλλαγές στην παραγωγή, η συνολική παγκόσμια παραγωγή τροφίμων κατά τις δύο ή τρεις προσεχείς δεκαετίες δεν θα απειληθεί και αναμένεται να συμβαδίσει με την αυξανόμενη ζήτηση τροφίμων από τον συνεχώς αναπτυσσόμενο πληθυσμό του πλανήτη. Εντούτοις, οι υφιστάμενες προβλέψεις δεν λαμβάνουν πάντα υπόψη ορισμένους από τους κινδύνους ακραίων καιρικών φαινομένων και εμφάνισης επιβλαβών οργανισμών και εστιών ασθeneιών, που θα μπορούσαν να επιδεινώσουν τη σημερινή εικόνα των κλιματικών επιπτώσεων στην παραγωγικότητα, τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Επιπλέον, έως το δεύτερο ήμισυ του αιώνα μας, η παγκόσμια γεωργική παραγωγικότητα μπορεί να αρχίσει να μειώνεται. Ο συνδυασμός των αλλαγών του

γεωργικού παραγωγικού δυναμικού σε διάφορες περιοχές του κόσμου και της αυξημένης συχνότητας εμφάνισης ακραίων φαινομένων ενδέχεται να οδηγήσει σε μεγαλύτερη διακύμανση της παραγωγικότητας, με αποτέλεσμα την αυξημένη αστάθεια των τιμών και μεταβολές των εμπορικών ροών.

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά

### 3. Επιπτώσεις της Γεωργίας στην Κλιματική Αλλαγή- Μέτρα και τεχνικές για την συμβολή της γεωργίας στην άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής.

#### 3.1 Εισαγωγή

Γεωργία και κλιματική αλλαγή βρίσκονται σε ισχυρή αλληλεπίδραση. Στο προηγούμενο Κεφάλαιο αναλύθηκαν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργική διαδικασία με ιδιαίτερη έμφαση στις χώρες της Ε.Ε. Στο συγκεκριμένο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται οι κύριοι τρόποι επιρροής της γεωργίας στην ατμοσφαιρική ρύπανση και την κλιματική αλλαγή με στόχο να προσδιορισθούν συγκεκριμένα μέτρα και τεχνικές για την συμβολή του γεωργικού τομέα στην άμβλυνση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής.

Η γεωργία επιδρά στον καιρό και στο κλίμα σε τοπική, περιφερειακή και παγκόσμια κλίμακα. Μέσω της γεωργίας ο άνθρωπος έχει αλλάξει, και διαχειρίζεται σε διάφορους βαθμούς, τη βλάστηση και άμεσα (μέσω της άρδευσης) ή έμμεσα την υγρασία του εδάφους πάνω από μεγάλες εκτάσεις γης. Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη και η φυσιολογική δραστηριότητα των καλλιεργούμενων φυτών, καθώς και η επίδραση της φυτοκάλυψης στα επίπεδα διαθέσιμης υγρασίας εδάφους, έχουν επιπτώσεις στον καιρό και στο κλίμα επηρεάζοντας τη μεταφορά θερμότητας, υγρασίας και ορμής ανόδου από την επιφάνεια του εδάφους στον υπερκείμενο αέρα. Οι καλλιέργειες και τα βοσκοτόπια διαδραματίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της επιφάνειας της γης και της ατμόσφαιρας, και με αυτόν τον τρόπο επηρεάζουν τον καιρό και το κλίμα. Οι επιπτώσεις της φυτοκάλυψης μπορούν να ενισχύσουν τη μεταβλητότητα του κλίματος αυξάνοντας ή και διευρύνοντας τα ακραία φαινόμενα όπως πλημμύρες και ξηρασίες. Η γεωργία επηρεάζει τη διαθεσιμότητα της ενέργειας και της μάζας υδρατμών με τη μεταφορά σε τοπική και περιφερειακή κλίμακα. Με τη δημιουργία ασυνεχειών στη ροή λανθάνουσας θερμότητας, μπορεί να προκληθεί μέσης κλίμακας κυκλοφορία που δημιουργεί τη μεταφορά υδρατμών. Οι χωρικά συνεχείς κατανομές καταιγίδων παίζουν ρόλο στη μετάδοση της θερμότητας και της υγρασίας από μικρά σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, και αυτό μπορεί να επηρεάσει τη γενική κυκλοφορία. Κατά συνέπεια η γεωργία, επηρεάζοντας την ύπαρξη, τη θέση και την ένταση της μεταφοράς, μπορεί επίσης να επηρεάσει τον καιρό και το κλίμα παγκοσμίως ([www.biotechwatch.gr](http://www.biotechwatch.gr)).

Διαγράφηκε: v

Διαγράφηκε: v

Κατά την εξέταση των αλληλεπιδράσεων με το κλίμα, παρατηρείται έντονη ανησυχία για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) από γεωργικές εργασίες, τα οποία συνδέονται με την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας της γης. Η βιομηχανική γεωργία όπως εφαρμόζεται ήδη, με τις μονοκαλλιέργειες και τη χρήση αγροχημικών σε ένα παγκοσμιοποιημένο σύστημα παραγωγής, είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που προκαλεί την κλιματική αλλαγή. Σύμφωνα με την διακυβερνητική διάσκεψη για την κλιματική αλλαγή, (, οι 3 κύριες αιτίες για την

αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που παρατηρείται τα τελευταία 250 χρόνια είναι τα ορυκτά καύσιμα, η χρήση γης και η γεωργία ([www.ucar.edu](http://www.ucar.edu)). Το 15% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που συμβάλλουν στο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής προέρχονται άμεσα και έμμεσα-με την παραγωγή CO<sub>2</sub> από τη βιομηχανία των φυτοφαρμάκων και των λιπασμάτων. Πιο συγκεκριμένα, η γεωργία συμβάλλει στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, μέσω της χρήσης γης, με τέσσερις κυρίως τρόπους ([www.geotee.gr/](http://www.geotee.gr/)):

- Εκπομπές CO<sub>2</sub> απελευθερώνονται από την αποψίλωση των δασών.
- Εκπομπές μεθανίου απελευθερώνονται από την εντατική καλλιέργεια ρυζιού.
- Μεθάνιο απελευθερώνεται από τις εντερικές ζυμώσεις στα βοοειδή.
- Οξείδια του αζώτου εκκλύονται από τη χρήση γεωργικών λιπασμάτων.

Διαγράφηκε: v

Στις πρόσφατες διαπραγματεύσεις για μια νέα συμφωνία για το κλίμα η οποία πρόκειται να αντικαταστήσει το πρωτόκολλο του Κιότο το 2012, οι γεωργικές πρακτικές προτείνονται ως μέσο μετριασμού των κλιματικών αλλαγών και ως κομμάτι του εμπορίου ρύπων ([www.unfccc.int](http://www.unfccc.int)). Αρκετοί επιστήμονες έχουν προτείνει συγκεκριμένα μέτρα και τεχνικές για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου του γεωργικού τομέα, τονίζοντας ότι τόσο οι αγρότες όσο και αυτοί που ασκούν πολιτική θα αντιμετωπίσουν νέες προκλήσεις όσον αφορά στη γεωργία και στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Smith et al., 2007).

Στο επόμενο Υποκεφάλαιο 3.2 παρουσιάζονται μέτρα συμβολής της γεωργίας στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμιο επίπεδο, με έμφαση στην Ε.Ε.

### 3.2 Μέτρα συμβολής της γεωργίας στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής.

Τα μέτρα με τα οποία μπορεί να συμβάλει η γεωργία στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής κινούνται στις ακόλουθες βασικές κατευθύνσεις ([www.geotee.gr/](http://www.geotee.gr/)):

Αυξημένη σημασία περιβαλλοντικών παραμέτρων:

- ✓ Να εφαρμοστεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο η στρατηγική και η οδηγία για την προστασία του εδάφους ώστε να υποκινηθεί η υλοποίηση νέων πιο αποδοτικών μεθόδων παραγωγής όσον αφορά στις ενδιάμεσες καταναλώσεις και τα πάγια στοιχεία που θα εξασφαλίζουν καλύτερη προστασία του εδάφους, της ατμόσφαιρας, των υδάτων και των άλλων φυσικών πόρων.
- ✓ Να ενισχυθεί η θεματική στρατηγική για την αειφόρο χρήση των φυτοφαρμάκων και να προωθηθούν ειδικά μέτρα προστασίας των υπέργειων και υπόγειων υδάτων ώστε να υπάρχει συνοχή μεταξύ των πολιτικών αυτών.
- ✓ Να ενισχυθεί το πρόγραμμα Natura 2000 προς την κατεύθυνση της ενίσχυσης μέτρων που ανατρέπουν την επιβάρυνση του περιβάλλοντος και των δασικών εκτάσεων.
- ✓ Να κατοχυρωθεί η εκπαίδευση των αγροτών και όσων ενδιαφέρονται για μια "πράσινη γεωργία" αλλά και για περιβαλλοντικά ζητήματα, ώστε να δημιουργηθούν μελλοντικά και μόνιμες κοινωνικές συμμαχίες.

- ✓ Να ελεγχθεί η μόλυνση των λυμάτων από τοξικές ουσίες που χρησιμοποιούνται από τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις και τις κατοικίες.
- ✓ Να αποτραπεί η αστικοποίηση της γεωργικής γης.

▪ Δυνατότητα επέκτασης του πεδίου εφαρμογής του κοινοτικού μηχανισμού εμπορίας εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στη χρήση γης και τη δασοκομία αλλά και χρηματοδότησή της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ώστε να ενισχυθεί ο φιλοπεριβαλλοντικός προσανατολισμός των επενδύσεων.

- Ενίσχυση μέτρων τα οποία προβλέπουν γεωργικές πρακτικές φιλικές προς το περιβάλλον καθώς και δασικές επενδύσεις.

Διαγράφηκε:

Χρειάζεται να επισημανθεί ότι οι γεωργικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν σύνθετες βιολογικές και οικολογικές διεργασίες. Τα προαναφερόμενα μέτρα που συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στη γεωργία καθοδηγούνται από πολιτικές που στοχεύουν στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα αλλά και από μεμονωμένες πρωτοβουλίες αγροτών.

Στο επόμενο Υποκεφάλαιο 4.3 παρουσιάζονται και αναλύονται οι σημαντικότερες τεχνικές-πρακτικές για την συμβολή της γεωργίας στην άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής.

### **3.3 Τεχνικές συμβολής της γεωργίας στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής.**

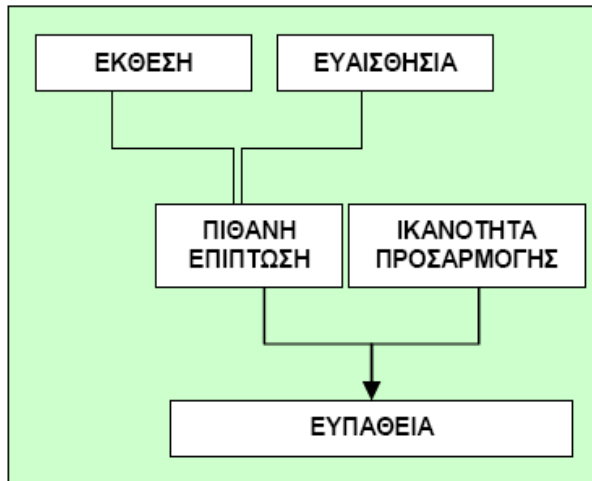
#### **3.3.1 Προσαρμογή και Μετριασμός: Ορθές πρακτικές που βοηθούν στην πρόληψη αμοιβαίων επιδράσεων**

Η κλιματική αλλαγή επιτείνει την πολυπλοκότητα του γεωργικού περιβάλλοντος που χαρακτηρίζεται από αβεβαιότητες στη αγορά, στις πηγές των πόρων, στην τεχνολογία και στις μεταβαλλόμενες τιμές. Απαντώντας στην κλιματική αλλαγή, η καινοτομία και οι στρατηγικές προσαρμογής πρέπει να συμπληρώσουν τις προσπάθειες μετριασμού των εκπομπών και να δημιουργήσουν ευκαιρίες για να ρυθμιστούν οι πρακτικές διαχείρισης των πόρων και να υποστηριχθεί η βιωσιμότητα της γεωργίας. Οι στρατηγικές για τις γεωργικές δραστηριότητες που βοηθούν τους αγρότες να παράγουν αποδοτικότερα και με λιγότερο κίνδυνο - κάτω από σενάρια κλιματικής αλλαγής έχουν ενδεχομένως μεγάλη σημασία για τη γεωργία. Συγχρόνως, η υιοθέτηση σωστών και περιβαλλοντικά βιώσιμων πρακτικών στον τομέα αυτό μπορεί να έχει θετική επιρροή στο κλίμα, επιτρέποντας την ίδια τη γεωργία να ενεργήσει θετικά για να αντιμετωπίσει την κλιματική αλλαγή (<http://www.fao.org/NR/climpag/>).

Διαγράφηκε:

Η έννοια της Ορθής Γεωργικής Πρακτικής έχει εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια ως αποτέλεσμα των ανησυχιών και των δεσμεύσεων ενός ευρέως φάσματος εμπλεκόμενων στην παραγωγή και την προστασία τροφίμων, στην ασφάλεια και την ποιότητα τροφίμων και στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα της γεωργίας. Οι ορθές πρακτικές εφαρμόζουν τις συστάσεις και τη διαθέσιμη γνώση για τον καθορισμό των διαδικασιών κατά και μετά την παραγωγή, που οδηγούν σε ασφαλή και υγιεινά βρώσιμα και μη βρώσιμα γεωργικά προϊόντα. Η Ορθή Γεωργική Πρακτική μπορεί να

βοηθήσει πολύ για να μειωθεί η ευπάθεια της γεωργίας σε σχέση με την κλιματική αλλαγή και τη μεταβλητότητα. Σύμφωνα με την εικόνα 9, η ευπάθεια είναι συνάρτηση της έκθεσης σε κλιματικούς παράγοντες, της ευαισθησίας στην αλλαγή και της ικανότητας προσαρμογής σε αυτήν την αλλαγή. Τα συστήματα που εκτίθενται πολύ, είναι ευαίσθητα και λιγότερο ικανά να προσαρμοστούν και οι στρατηγικές προσαρμογής αυξάνουν τις ικανότητες των γεωργικών συστημάτων να αντιμετωπίσουν το μεταβαλλόμενο κλίμα και να μειώσουν τις επιδράσεις και την ευπάθεια (Viony et al., 2007).



**Εικόνα 9.:** Ευπάθεια της κλιματικής αλλαγής στην γεωργία

**Πηγή:** [www.accrete.eu](http://www.accrete.eu)

Στις επόμενες ενότητες αναλύονται ανά τομέα οι σημαντικότερες τεχνικές ή καλύτερα ορθές πρακτικές για τη συμβολή της γεωργίας στο μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

### 3.3.2 Διαχείριση καλλιεργειών

Η διαχείριση των καλλιεργειών περιλαμβάνει:

Σύστημα και σχεδιασμός καλλιεργειών:

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

✓ Χρήση της προσαρμοσμένης αμειψισποράς ως κύριο σύστημα καλλιεργειών στο αγρόκτημα.

✓ Χρήση μικτής καλλιέργειας, ενδιάμεσης καλλιέργειας (φυτά που αναπτύσσονται γρήγορα), προστατευτικής καλλιέργειας (φυτά που συγκρατούν το νερό και βοηθούν την ποιότητα του εδάφους), σαν μία πολλαπλή καλλιέργεια στον ίδιο χώρο ή στο αγρόκτημα για την αύξηση της (www.ec.europa.eu, Bolinder et al, 2007, Altieri et al, 2005).

### Έλεγχος παρασίτων και ζιζανίων:

Για να επιτευχθούν κερδοφόρες παραγωγές και υψηλό επίπεδο ποιότητας των προϊόντων, ο έλεγχος παρασίτων και ζιζανίων διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο και θα πρέπει να εφαρμοστεί κατάλληλος συνδυασμός παθογόνων ουσιών για κάθε είδος καλλιέργειας. Μπορούν να μελετηθούν διάφορες στρατηγικές που λίγο πολύ επιδρούν στο περιβάλλον. Η μείωση της χρήσης των χημικών προϊόντων μπορεί να θεωρηθεί ως γενικός κανόνας για την προστασία του περιβάλλοντος συνολικά και για τη μείωση των εκπομπών αερίων ειδικότερα.

Προτείνονται οι εξής τεχνικές ελέγχου παρασίτων και ζιζανίων για την παραγωγή οργανικών καλλιεργειών:

- ✓ Χρήση των πρακτικών ελέγχου οργανικής καλλιέργειας.
- ✓ Χρήση ανθεκτικών καλλιεργειών.
- ✓ Εφαρμογή της αμειψισποράς με φυτά που δεν ευνοούν την ανάπτυξη παθογόνων, ώστε να μειωθεί η παρουσία τους ή η επίδρασή τους σε ευαίσθητες καλλιέργειες.
- ✓ Χρήση του κατάλληλου οργώματος για να ταφούν υπολείμματα καλλιεργειών ώστε να επιταχυνθεί η αποσύνθεση.
- ✓ Μελέτη γεωργικών πρακτικών που αυξάνουν τον ανταγωνισμό των καλλιεργειών ενάντια στα ζιζάνια (μείωση της απόστασης μεταξύ των σειρών σποράς, πρόιμη σπορά).
- ✓ Χρήση προστατευτικών στρωμάτων για τις ρίζες των φυτών, που δρουν ως φυσικό εμπόδιο στην επιφάνεια του εδάφους. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί οργανική ύλη, όπως άχυρο, ή υπολείμματα εναλλακτικών ή παράλληλων καλλιεργειών.

### Πρακτικές που ευνοούν την δέσμευση άνθρακα

Το έδαφος είναι σημαντικός παράγοντας για την παγκόσμια ισορροπία του άνθρακα, η οποία μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από διεργασίες όπως η διάβρωση του εδάφους, η καύση βιομάζας, και η μείωση της ευφορίας του εδάφους. Λόγω της ποσότητας του οργανικού άνθρακα που συγκρατείται στο έδαφος, είναι ευρέως αποδεκτό ότι ακόμα και μικρές αλλαγές σε τόσο μεγάλη έκταση θα είχαν δραματικές επιπτώσεις στο παγκόσμιο κλιματικό σύστημα. Η αποδόμηση του οργανικού άνθρακα του εδάφους εξαρτάται πολύ από τη θερμοκρασία, κατά συνέπεια η θέρμανση μπορεί να οδηγήσει σε ακόμα υψηλότερα ποσοστά εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Η υποβάθμιση του εδάφους προκαλείται κυρίως από την κακή χρήση γης και από ακατάλληλες πρακτικές διαχείρισης της γης. Δύο από τις κύριες συνέπειες της υποβάθμισης του εδάφους είναι: η απώλεια οργανικού άνθρακα από το έδαφος, που οδηγεί σε αυξημένη εκπομπή CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα, και η μείωση της καθαρής πρωτογενούς παραγωγής, που ορίζεται ως το ποσοστό λήψης άνθρακα της ατμόσφαιρας από τα φυτά (με τη μορφή CO<sub>2</sub>). Οι κύριες γεωργικές πρακτικές που

αυξάνουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> του εδάφους είναι το όργωμα της καλλιέργειας με άροτρο, η αποψίλωση δασών, η αποστράγγιση εδαφών πλούσιων σε οργανική ύλη (ελωδών εκτάσεων και εκτάσεων τύρφης), και η υπερκαλλιέργεια.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Τεχνικές συντηρητικού οργώματος και καλλιεργειών με προστατευτικά στρώματα, ώστε να μειωθούν οι εκπομπές CO<sub>2</sub> του εδάφους.
- ✓ Φυτά αγρανάπαυσης, προστατευτική καλλιέργεια και ενδιάμεση καλλιέργεια.
- ✓ Δάσωση και αγρό-δασοκομία.
- ✓ Γεωργία βασισμένη σε επιστημονικά δεδομένα με συνετή χρήση χημικών.
- ✓ Διαχείριση βοσκοτόπων με προσαρμοσμένο ρυθμό βόσκησης.
- ✓ Αποφυγή καλλιέργειας εδαφών πλούσιων σε οργανική ύλη.

### 3.3.3 Διαχείριση εδάφους και λίπανση

Η εκτίμηση του δυναμικού διαχείρισης του εδάφους ώστε να διατηρηθεί, να αποκατασταθεί, και να διευρυνθεί η αποθήκευση άνθρακα στο έδαφος, μειώνοντας κατά συνέπεια ή διατηρώντας τη συγκέντρωση του ατμοσφαιρικού CO<sub>2</sub>, εστιάζει σε καλλιεργούμενες περιοχές, όπου η έλλειψη οργανικής ύλης στο έδαφος είναι σημαντική. Η διάβρωση του εδάφους είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα υποβάθμισής του, που συμβάλλει στη μείωση της ποιότητας του εδάφους και στη ρύπανση των επιφανειακών υδάτων. Διάβρωση μπορεί να προκληθεί από το νερό, από τον αέρα και από το όργωμα. Η αφαίρεση, η ενσωμάτωση ή η καύση των υπολειμμάτων μπορούν να προδιαθέσουν το έδαφος για σοβαρή διάβρωση

(<http://soilmanagement.psu.edu>, <http://www.agr.gc.ca>, Huang et al, 2007).

#### Έλεγχος διάβρωσης από το νερό

Η διάβρωση του εδάφους από το νερό προκαλείται από την πρόσκρουση των σταγόνων της βροχής (η ένταση της βροχόπτωσης είναι κρίσιμη σε αυτήν την περίπτωση) και από τις διαδικασίες απορροής (που εξαρτώνται από το συνολικό ποσό της βροχόπτωσης). Οι κατάλληλες πρακτικές διαχείρισης του εδάφους μπορούν να ελέγξουν τη διάβρωση ανάμεσα στα ρυάκια (μετακίνηση του χώματος από το πιτσίσισμα της βροχής) και τη διάβρωση στα ρυάκια (διάβρωση από συγκεντρωμένη ροή σε μικρά ποταμάκια). Οι πρακτικές που χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν τη διάβρωση περιλαμβάνουν την προηγούμενη διαχείριση και καλλιέργεια, την προστασία της επιφάνειας του εδάφους με φυτική κάλυψη, και τη διατήρηση της επιφανειακής φυτοκάλυψης και της τραχύτητας.

**Μορφοποιήθηκε:** Γαλλικά (Γαλλίας)

**Μορφοποιήθηκε:** Προεπιλεγμένη γραμματοσειρά, Χρώμα γραμματοσειράς: Μαύρο, Γαλλικά (Γαλλίας)

**Μορφοποιήθηκε:** Γαλλικά (Γαλλίας)

**Μορφοποιήθηκε:** Προεπιλεγμένη γραμματοσειρά, Χρώμα γραμματοσειράς: Μαύρο, Γαλλικά (Γαλλίας)

**Μορφοποιήθηκε:** Γαλλικά (Γαλλίας)

Πιο συγκεκριμένα, προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Διατήρηση του στρώματος με υπολείμματα καλλιεργειών πάνω από το 30 τοις εκατό μέχρι να ολοκληρωθεί η νέα φυτική κάλυψη.
- ✓ Εναλλαγή θερινών, χειμερινών και πολυετών καλλιεργειών.
- ✓ Χρήση προστατευτικών καλλιεργειών κατά τη διάρκεια περιόδων που το έδαφος έχει ανεπαρκές υπόλειμμα.
- ✓ Καλλιέργεια κατά μήκος των ισοϋψών - οι καλλιέργειες φυτεύονται σχεδόν πάνω στην ισοϋψή καμπύλη (ειδικά για μέτριες κλίσεις, 2-6%).
- ✓ Καλλιέργεια σε λωρίδες κατά μήκος των ισοϋψών - λωρίδες με πλούσιο στρώμα υπολειμμάτων ή πολυετείς καλλιέργειες εναλλασσόμενες σε λωρίδες με φτωχό στρώμα υπολειμμάτων. Οι λωρίδες πρέπει να διατάσσονται κοντά στην ισοϋψή καμπύλη.
- ✓ Κατασκευή αναβαθμίδων.

#### Έλεγχος διάβρωσης από όργωμα

Η διάβρωση από όργωμα είναι μια μορφή διάβρωσης που κινεί το χώμα από την κορυφή του χωραφιού προς τα κάτω, εκθέτοντας το υπέδαφος στην κορυφή των πλαγιών και θάβοντας το έδαφος στο κατώτατο σημείο, όπου το επιφανειακό έδαφος συσσωρεύεται μετά από πολλά χρόνια οργώματος. Το αποτέλεσμα αυτής της διεργασίας είναι η μειωμένη παραγωγή αλλά με τις ίδιες δαπάνες παραγωγής (όργωμα, λιπάσματα, κ.λπ.) ανά μονάδα επιφάνειας, λόγω της χαμηλής ποιότητας του εκτεθειμένου υπεδάφους. Επιπλέον, η διάβρωση από όργωμα ενισχύει τη διάβρωση από νερό, αφού η ανάπτυξη καλλιεργειών μειώνεται στα ανώτερα πρηνή, το έδαφος δεν προστατεύεται καλά από το νερό.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Αποφυγή ή μείωση του οργώματος.
- ✓ Εάν δεν είναι δυνατό να αποφευχθεί το όργωμα, συνιστάται να μη γίνεται κατηγορικά. Είναι ευεργετικό το όργωμα πάνω σε ισοϋψείς ή στην ανηφόρα.
- ✓ Γύρισμα του εδάφους προς τα πάνω με το όργωμα πάνω σε ισοϋψείς (δεν συνιστάται για απότομες κλίσεις).
- ✓ Μεταφορά του επιφανειακού εδάφους από τις περιοχές εναπόθεσης στις κορυφές των λόφων.

#### Ορυκτή λίπανση



Η διαχείριση της γονιμότητας του εδάφους στοχεύει στο να βελτιώσει τις χημικές συνθήκες του εδάφους που ενισχύουν την ανάπτυξη και την εξέλιξη των φυτών και παρέχουν στα φυτά θρεπτικά συστατικά σε αρκετή ποσότητα στη σωστή χρονική περίοδο. Η λίπανση πρέπει να γίνει έτσι ώστε να βελτιστοποιήσει την παραγωγή καλλιεργειών και τα οικονομικά οφέλη, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα την επίδραση στο περιβάλλον. Η ποσοτική απαίτηση σε ορυκτά θρεπτικά συστατικά εξαρτάται από τη φύση της καλλιέργειας, τη διατήρηση του εδάφους και την αναμενόμενη παραγωγή. Το επίπεδο γονιμότητας ενός εδάφους μπορεί να μειωθεί εάν οι τεχνολογίες φύτευσης είναι ανεπαρκείς ή, αντιθέτως, μπορεί να αυξηθεί εάν το έδαφος καλλιεργείται με τέτοιο τρόπο ώστε να βελτιώνονται οι χημικές, φυσικές και βιολογικές ιδιότητές του. Η λίπανση με άζωτο μπορεί να αυξήσει τη ροή του CO<sub>2</sub> του εδάφους μέχρι και 20% σε σύγκριση με περιπτώσεις όπου δεν εφαρμόστηκε καθόλου άζωτο. Τέτοια αποτελέσματα παρατηρούνται ειδικά όταν ενεργούν ταυτόχρονα περισσότεροι παράγοντες, όπως η καύση των υπολειμμάτων και οι πρακτικές οργώματος.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Προσαρμογή ή βελτιστοποίηση της εφαρμογής ορυκτών λιπασμάτων, ειδικά του αζώτου.
- ✓ Χρήση συστημάτων αμεινισποράς.
- ✓ Εκτέλεση περιοδικών αναλύσεων του εδάφους και δοκιμών, προκειμένου να αξιολογηθούν και να διορθωθούν οι περιοριστικοί παράγοντες που εμποδίζουν την κανονική ανάπτυξη και εξέλιξη των φυτών (π.χ. οξύτητα).
- ✓ Χρήση φυσικών οργανικών λιπασμάτων, προσαρμοσμένα στις ανάγκες.

### Οργανική ύλη και λίπανση

Η οργανική ύλη είναι η τεράστια σειρά ενώσεων άνθρακα στο έδαφος. Οι ενώσεις αυτές, που αρχικά δημιουργούνται από φυτά, μικρόβια, και άλλους οργανισμούς, διαδραματίζουν ποικίλους ρόλους στους κύκλους θρεπτικών συστατικών, νερού, και στον βιολογικό κύκλο. Η οργανική ύλη μπορεί απλά να διαιρεθεί σε δύο σημαντικές κατηγορίες: τη σταθεροποιημένη οργανική ύλη που αποσυντίθεται πολύ και σταθερά, και την ενεργή ύλη που χρησιμοποιείται ενεργά και μετασχηματίζεται από ζωντανά φυτά, ζώα, και μικρόβια. Δύο άλλες κατηγορίες των οργανικών ενώσεων είναι οι ζωντανοί οργανισμοί και το νέο οργανικό υπόλειμμα. Ένας από τους καλύτερους τρόπους να βελτιωθεί η γονιμότητα του εδάφους είναι να προστεθεί η οργανική ύλη. Βοηθά το έδαφος να συγκρατεί σημαντικά θρεπτικά συστατικά για τα φυτά. Προσθέτοντας οργανική ύλη σε αμμώδες έδαφος, βελτιώνεται η ικανότητα του εδάφους να διατηρήσει το νερό. Σε ένα αργιλικό έδαφος, η οργανική ύλη θα χαλαρώσει το χώμα ώστε να το καταστήσει πιο εύθρυπτο. Η οργανική ύλη δεν προσθέτει νέα θρεπτικά συστατικά στα φυτά, αλλά απελευθερώνει τα θρεπτικά συστατικά σε μορφή που είναι διαθέσιμη στα φυτά μέσω της διαδικασίας της αποσύνθεσης. Προκειμένου να διατηρηθεί αυτό το σύστημα θρεπτικής ανακύκλωσης, ο ρυθμός προσθήκης της οργανικής ύλης με τα υπολείμματα καλλιεργειών και την κοπριά πρέπει να είναι ίσος με το ρυθμό αποσύνθεσης. Εάν ο ρυθμός προσθήκης

είναι μικρότερος από το ρυθμό αποσύνθεσης, η οργανική ύλη του εδάφους θα μειωθεί και, αντιθέτως, εάν ο ρυθμός προσθήκης είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό αποσύνθεσης, η οργανική ύλη του εδάφους θα αυξηθεί. Ο όρος σταθερή κατάσταση έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει μία συνθήκη όπου ο ρυθμός προσθήκης είναι ίσος με το ρυθμό αποσύνθεσης.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

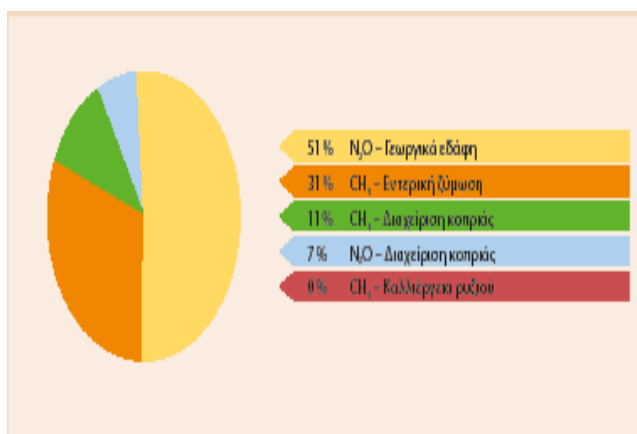
✓ Χρήση των τεχνικών ελάχιστου οργώματος ώστε να μειωθεί η ταχύτητα υποβάθμισης της οργανικής ύλης του εδάφους.

✓ Πρόσθεση φυσικού οργανικού λιπάσματος για να βελτιωθεί η γονιμότητα του καλλιεργημένου εδάφους. Τα φυσικά οργανικά λιπάσματα παράγονται από αγροκτήματα με γεωργικές καλλιέργειες και ζωικό κεφάλαιο ή λαμβάνονται από φυτικό υλικό. Μπορούν να είναι φρέσκα και σε διαφορετικά στάδια ζύμωσης. Τα πιο διαδεδομένα φυσικά οργανικά λιπάσματα παράγονται από την κτηνοτροφική παραγωγή. Μεταξύ των σημαντικότερων φυσικών οργανικών λιπασμάτων είναι η κοπριά (μπορεί να χρησιμοποιηθεί φρέσκια, μερικώς ή πλήρως χωνεμένη), τα στραγγίσματα κοπριάς, τα ούρα, τα υγρά ζωικά απόβλητα (αποκαλούνται και λυματολάσπη), λίπασμα κομποστοποίησης και χλωρή λίπανση αναμεμειγμένα με φυτικά υλικά που χρησιμοποιούνται για υπόστρωμα.

Επιπλέον, τα εδάφη που δέχονται οργανική καλλιέργεια συγκρατούν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό το νερό της βροχής. Για παράδειγμα, εδάφη σε περιοχές της Σουηδίας που καλλιεργούνταν με οργανικά λιπάσματα παρουσίαζαν 20%-40% υψηλότερη σταθερότητα στη δομή τους σε σύγκριση με συμβατικά καλλιεργούμενα εδάφη (Mader et al, 2006). Σε άλλα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στις Η.Π.Α., αποδείχθηκε ότι με της χρήση οργανικής γεωργίας η σταθερότητα του εδάφους βελτιώνεται σημαντικά, ενώ ταυτόχρονα τα εδάφη είναι πιο ανθεκτικά στην διάβρωση (Marriott and Wander, 2006).

### **3.3.4 Διαχείριση ζωικού κεφαλαίου**

Η ζωική παραγωγή είναι η σημαντικότερη πηγή των GHG στη γεωργία. Στην Ε.Ε., για το 2005, περίπου το 50% όλων των GHG στο γεωργικό τομέα απελευθερώνεται από τα ζωοστάσια και τις αποθήκες λιπάσματος (Εικόνα 10).



**Εικόνα 10:** Αγροτικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την Ε.Ε. των 27, το έτος 2005.

**Πηγή:** Γενική Διεύθυνση Γεωργίας Ευρωπαϊκής Επιτροπής, 2005

Το κύρια GHG στη ζωική παραγωγή είναι το μεθάνιο και το νιτρώδες οξείδιο. Ειδικά, το μεθάνιο υπολογίζεται ότι αποτελεί το 14% όλων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Barker, et al., 2007). Τα δύο τρίτα αυτών των εκπομπών προέρχονται από βιολογικές ζυμώσεις και διαχείριση κοπριάς με συνέπεια να συνδέονται άμεσα με τον αριθμό των εκτρεφόμενων ζώων.

Η χρήση ορυκτών καυσίμων για τη θέρμανση και για τη λειτουργία διάφορων μηχανημάτων και εξοπλισμού στα ζωοστάσια συνεισφέρουν επίσης σε ένα μικρότερο μέρος των GHG. Το διοξείδιο του άνθρακα που προκύπτει από την αναπνοή των κατοικίδιων ζώων δεν συμβάλλει σε αυξημένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα. Προέρχεται από τους φυτικούς ιστούς που, παρόμοια όπως στον τομέα της ενέργειας, θεωρούνται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται με την αναπνοή των κατοικίδιων ζώων ενσωματώνεται πάλι από τα φυτά σε οργανική ύλη και έτσι ξαναρχίζει ολόκληρος ο κύκλος (<http://attra.ncat.org/livestock.html>, Steinfeld et al., 2006; Weiske, et al., 2006; Beauchemin and McGinn, 2005).

Το νιτρώδες οξείδιο παράγεται πρωτογενώς κατά τη μετατροπή των ενώσεων αζώτου στη γεωργική γη καθώς και στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης ζωικού λιπάσματος. Η καλλιέργεια προκαλεί επίσης έμμεσες εκπομπές, που δεν προκύπτουν στα αγροκτήματα, αλλά είναι η συνέπεια της αεριοποίησης της αμμωνίας και των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) στην ατμόσφαιρα. Έμμεσες εκπομπές προκαλούνται επίσης από τη διύλιση και την απορροή ενώσεων αζώτου στα επιφανειακά νερά, στα υπόγεια νερά και σε πηγές νερού. Οι εκπομπές νιτρώδους οξειδίου εξαρτώνται κυρίως από την αποδοτικότητα της διαχείρισης αζώτου.

Κατά γενική ομολογία, το σημαντικότερο μέτρο για τη μείωση των εκπομπών των GHG στη ζωική παραγωγή είναι μια αποδοτική χρησιμοποίηση της ενέργειας και της πρωτεΐνης που πρέπει να αναβαθμιστεί με κατάλληλη διαχείριση ζωικών περιττωμάτων με ιδιαίτερη έμφαση στον αποδοτικό κύκλο αζώτου στο αγρόκτημα. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το μεθάνιο παράγεται επίσης σε μη παραγωγικά ζώα που χρειάζονται την ενέργεια υπό μορφή τροφής για τη συντήρηση των ζωτικών τους

λειτουργιών. Με την αυξανόμενη παραγωγικότητα η αναλογία μεταξύ της ενέργειας που ξοδεύεται για την παραγωγή και της ενέργειας που ξοδεύεται για τη συντήρηση αυξάνεται και, κατά συνέπεια, οι εκπομπές μεθανίου ανά μονάδα παραγωγής μειώνονται.

Όσον αφορά στις εκπομπές νιτρώδους οξειδίου, είναι σημαντικό ότι στα ζώα παρέχεται τόση πρωτεΐνη όση είναι απαραίτητη. Το πλεόνασμα πρωτεΐνης στη διατροφή προκαλεί υπερβολική έκκριση αζώτου και αυξημένες εκπομπές νιτρώδους οξειδίου από αποθήκευση κοπριάς, ενώ η έλλειψη πρωτεΐνης προκαλεί λιγότερο ευνοϊκή χρησιμοποίηση ενέργειας και επομένως αυξημένες εκπομπές μεθανίου από την εντερική ζύμωση. Στην πράξη, η παραγωγή ζώων και φυτών είναι συχνά διαχωρισμένη, και δρα σε διαφορετικά αγροκτήματα ή ακόμα και σε διαφορετικές περιοχές. Αυτό καθιστά δύσκολη την αποδοτική κυκλοφορία του αζώτου. Ενώ οι παραγωγοί ζώων έχουν σχέση με το πλεόνασμα του αζώτου στο αγρόκτημα, οι παραγωγοί φυτών πρέπει να εφαρμόσουν πολλά ορυκτά λιπάσματα που είναι σημαντική πηγή νιτρώδους οξειδίου. Επομένως, η καλλιέργεια πρέπει, όσο το δυνατόν περισσότερο, να οργανωθεί σε μια δομή συνδυασμένων μονάδων που θα περιλαμβάνουν και την καλλιέργεια και τη ζωική παραγωγή.

Συμπερασματικά, τα GHG στη ζωική παραγωγή μπορούν να μειωθούν σημαντικά από τη γενετική βελτίωση των κοπαδιών, από τον επαρκή καθορισμό διατροφής για τα κατοικίδια ζώα, από την κατάλληλη ζωική κατοικία και την κατάλληλη αποθήκευση λιπάσματος. Η εισαγωγή κατάλληλων συστημάτων βόσκησης στο αγρόκτημα μπορεί επίσης να συμβάλει πολύ στη μείωση των εκπομπών των GHG. Οι παράγοντες αυτοί αναλύονται ακολούθως:

### Γενετική βελτίωση

Οι μεγαλύτερες ποσότητες μεθανίου ανά μονάδα παραγωγής παράγονται από ζώα χαμηλής παραγωγής. Αυξάνοντας την ένταση της ζωικής παραγωγής, δηλ. αυξάνοντας την παραγωγή ανά ζώο, είναι δυνατόν, χωρίς να μειωθεί η παραγωγή γάλακτος και κρέατος, να μειωθεί ο αριθμός των ζώων. Ο στόχος πρέπει επίσης να είναι η επέκταση και εκτός παραγωγικής περιόδου της εκτροφής αγελάδων γαλακτοπαραγωγής, προβάτων γαλακτοπαραγωγής και αιγών, θηλυκών χοίρων και θηλυκών ορνίθων. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται η ανάγκη των ζώων να ανανεώσουν τα κοπάδια και οι σχετικές εκπομπές. Οι εκτροφείς ζωικού κεφαλαίου και οι υπηρεσίες εμπειρογνομόνων πρέπει να εργαστούν για να εξασφαλίσουν γενετικές προόδους που στοχεύουν σε αποδοτικότερα και γερά ζώα προσαρμοσμένα για τις τοπικές φυσικές συνθήκες.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Έρευνα του γενετικού δυναμικού των ζώων.
- ✓ Αφαίρεση των ζώων χαμηλής παραγωγής από το κοπάδι. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι σε μερικά είδη, όπως τα βοοειδή, η εξαιρετικά υψηλή παραγωγή μπορεί να προκαλέσει λιγότερη γονιμότητα και να μειώσει τη μακροζωία που μπορεί, στη συνέχεια, να εξαλείψει όλα τα θετικά αποτελέσματα της υψηλής παραγωγής.

- ✓ Αποφυγή της εκτροφής ζώων χαμηλής παραγωγής.

### Καθορισμός διατροφής

Οι διατροφές για τα ζώα αγροκτημάτων πρέπει να είναι ισορροπημένες και να προσαρμόζονται στις ανάγκες τους κατά τέτοιο τρόπο ώστε η γενετική ικανότητά τους να χρησιμοποιείται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Για τη βέλτιστη χρησιμοποίηση της τροφής που οδηγεί σε μικρότερες εκπομπές μεθανίου είναι ιδιαίτερα σημαντική η επαρκής εξισορρόπηση της ενέργειας και της πρωτεΐνης στις διατροφές και η σωστή συμπλήρωση των διατροφών με ανόργανα άλατα και βιταμίνες. Το πλεόνασμα πρωτεΐνης προκαλεί υπερβολική έκκριση αζώτου και υψηλότερες άμεσες και έμμεσες εκπομπές νιτρώδους οξειδίου. Αυξημένες εκπομπές προκαλούνται επίσης με το υπερβολικό τάισμα, το οποίο αναγκάζει τα ζώα να κερδίζουν υπερβολικά αποθέματα λίπους. Γενικά, οι ιδιαίτερα εύπεπτες διατροφές παράγουν μικρότερα ποσά αερίων του θερμοκηπίου ανά μονάδα προϊόντος από ότι οι λιγότερο εύπεπτες διατροφές. Οι ισορροπημένες διατροφές είναι επίσης προϋπόθεση για τη μακροζωία, συμβάλλοντας σε χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μέσω των μειωμένων αναγκών των αγελάδων για την ανανέωση του κοπαδιού.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Έλεγχος της διατροφής λαμβάνοντας υπόψη τη θρεπτική αξία της διαθέσιμης τροφής και τις ανάγκες των ζώων. Η τροφή που χαρακτηρίζεται από υψηλή μεταβλητότητα πρέπει να αναλύεται περιστασιακά.
- ✓ Τα μηρυκαστικά ζώα μεγαλύτερων απαιτήσεων (π.χ. αγελάδες γαλακτοπαραγωγής) πρέπει να λαμβάνουν τις καλύτερες ζωοτροφές, ενώ χαμηλής ποιότητας ζωοτροφές πρέπει να προσφέρονται σε ζώα μικρότερων απαιτήσεων.
- ✓ Ένταξη στη σίτιση των χοίρων και των πουλερικών διαδοχικών διαφορετικών διατροφών με στόχο να συνδυαστούν όσο το δυνατόν περισσότερο όλες οι απαιτήσεις μεμονωμένων κατηγοριών των ζώων.
- ✓ Συμπληρώματα διατροφής για δίαιτες βασισμένες στο χορτάρι για τα μηρυκαστικά ζώα μεγαλύτερων απαιτήσεων, με ζωοτροφές υψηλής ενέργειας και χαμηλής πρωτεΐνης (π.χ. χορτάρι αραβόσιτου).
- ✓ Βελτιστοποίηση της παροχής αμινοξέος στους χοίρους και τα πουλερικά με συνθετικά αμινοξέα, ώστε να μειωθεί η συγκέντρωση πρωτεΐνης στη διατροφή.
- ✓ Συμπλήρωση της βασικής διατροφής των μηρυκαστικών με συμπυκνώματα τροφών όπου είναι απαραίτητο.
- ✓ Τακτικός έλεγχος της επάρκειας σίτισης μέσω της ζωικής απόδοσης (π.χ. καθημερινά κέρδη, γάλα και παραγωγή αυγών).

### Στέγαση και βόσκηση ζώων

Οι άμεσες εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από τα ζωοστάσια είναι αμελητέες. Εντούτοις, το σύστημα στέγασης μπορεί να επηρεάσει τις εκπομπές κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης κοπριάς και ακόμα τις έμμεσες εκπομπές νιτρώδους οξειδίου λόγω της αεριοποίησης της αμμωνίας από τα ζωοστάσια. Βασικά, ενδείκνυται να κρατιούνται τα ζώα σε χωράφια κατά τη διάρκεια της περιόδου βλάστησης. Σε αυτήν την περίπτωση, η κοπριά διανέμεται αρκετά ομοιόμορφα στο έδαφος και έτσι αποφεύγεται η αναερόβια αποσύνθεση της οργανικής ύλης κατά την αποθήκευση της κοπριάς. Αποτέλεσμα είναι οι χαμηλότερες εκπομπές μεθανίου. Συνεπώς, τα κύρια μέτρα για να μειωθούν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου από τα ζωοστάσια είναι να αυξηθεί το ποσοστό των ζώων που βόσκουν και να μειωθούν οι εκπομπές αμμωνίας από τα ζωοστάσια.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Όπου είναι δυνατόν, το ποσοστό των ζώων που βοσκούν πρέπει να αυξηθεί και η διάρκεια της εποχής βόσκησης να μεγαλώσει.
- ✓ Τακτική αφαίρεση της κοπριάς και της λάσπης από τα ζωοστάσια, κρατώντας το δάπεδο καθαρό.
- ✓ Διατήρηση της κοπριάς όσο το δυνατόν ξηρότερη.

#### Τεχνικές αποθήκευσης κοπριάς

Σημαντικές ποσότητες μεθανίου και νιτρώδους οξειδίου παράγονται λόγω της μικροβιακής υποβάθμισης της κοπριάς κατά τη διάρκεια της περιόδου αποθήκευσης. Οι αποθήκες κοπριάς είναι επίσης μια πηγή έμμεσων εκπομπών νιτρώδους οξειδίου λόγω της αεριοποίησης της αμμωνίας στον αέρα. Σε περίπτωση κακής διαχείρισης, οι έμμεσες εκπομπές νιτρώδους οξειδίου προκύπτουν επίσης από τη διύλιση και την απορροή των ενώσεων αζώτου στα υπόγεια και επιφανειακά νερά.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Οι αποθήκες κοπριάς ζωικού κεφαλαίου πρέπει να είναι αρκετά μεγάλες, υδατοστεγείς και σωστά συντονισμένες.
- ✓ Η θερμότητα επιταχύνει το σχηματισμό μεθανίου, και επομένως ενδείκνυται να αποθηκεύονται οι κοπριές των ζώων σε σκιασμένο χώρο.
- ✓ Η κάλυψη των δεξαμενών πηλού είναι ένα θετικό μέτρο δεδομένου ότι μειώνει τις εκπομπές αμμωνίας. Για τους σκοπούς της κάλυψης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικοί μουςαμάδες. Η φυσική κρούστα που δημιουργείται στους πηλούς, και περιέχει επαρκώς πολύ ξηρή ύλη, είναι επίσης αποτελεσματική στη μείωση των εκπομπών αμμωνίας.
- ✓ Εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας άχυρων που χρησιμοποιούνται στην περίπτωση συλλογής κοπριάς για αulές. Αποτρέπει τη μυρωδιά και μειώνει την απώλεια αζώτου από την αμμωνία.
- ✓ Εξέταση της δυνατότητας για εγκατάσταση βιοαερίου. Μειώνει τις εκπομπές μεθανίου, ενώ η χρήση της ενέργειας που λαμβάνεται βοηθάει να

μειωθεί η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων. Χρειάζεται να επισημανθεί ότι η παραγωγή βιοαερίου είναι γενικά πάρα πολύ ακριβή για μικρές ιδιοκτησίες.

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά:  
(Προεπιλεγμένη) Times New  
Roman, Ελληνικά

### 3.3.5 Διαχείριση νερού

Η επίδραση της διαχείρισης νερού στην κλιματική αλλαγή είναι λιγότερο εμφανής από τις διάφορες συνέπειες που έχει η κλιματική αλλαγή στην ανάγκη τροποποίησης των τεχνικών άρδευσης.

#### Βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης άρδευσης

Οι βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης δεν καθορίζουν πώς ακριβώς πρέπει οι υπεύθυνοι ποτιστές να διαχειριστούν την άρδευση, ή ποια εργαλεία ακριβώς πρέπει να χρησιμοποιήσουν. Αυτές οι αποφάσεις πρέπει να είναι ατομικές, γιατί ποικίλλουν σύμφωνα με μια σειρά συγκεκριμένων παραγόντων που σχετίζονται με την περιοχή και το σύστημα άρδευσης. Ένα βασικό σημείο είναι ότι τα περιπλοκότερα συστήματα άρδευσης και τα εργαλεία σχεδιασμού δεν οδηγούν απαραίτητα σε καλύτερη απόδοση άρδευσης ([www.ars.usda.gov](http://www.ars.usda.gov), [www.dpi.vic.gov.au](http://www.dpi.vic.gov.au), [www.fao.org](http://www.fao.org), [www.sardi.sa.gov.au](http://www.sardi.sa.gov.au), Hidalgo et al, 2006).

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Ιδιαίτερα σημαντικός στο σύστημα διαχείρισης είναι ο ρυθμός άρδευσης.
- ✓ Γνώση των ιδιοτήτων του εδάφους όπως η ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί το νερό, και του πού είναι οι ρίζες της καλλιέργειας στο προφίλ του εδάφους.
- ✓ Σωστός σχεδιασμός και διατήρηση των συστημάτων άρδευσης. Περιοριστικοί παράγοντες για την ικανότητα των συστημάτων άρδευσης να διαχειριστούν την άρδευση είναι η τοποθέτησή τους, η ηλικία τους, και η συντήρησή τους.
- ✓ Χρησιμοποίηση περισσότερων τρόπων αντικειμενικής παρακολούθησης για το σχεδιασμό της άρδευσης. Τα πιο συνηθισμένα και απλούστερα συμπεριλαμβάνουν το σκάψιμο τρυπών για τον έλεγχο του νερού του εδάφους, την παρατήρηση της εμφάνισης φυτών, και την εξέταση πηγαδιών-ελέγχου ή ροών αποστράγγισης μετά την άρδευση και τις επακόλουθες διορθωτικές ενέργειες στην επόμενη άρδευση.
- ✓ Διατήρηση του ελέγχου του σχεδιασμού άρδευσης. Με τη σύγχρονη τεχνολογία, είναι δυνατό να τοποθετηθούν συστήματα άρδευσης ώστε να

λειτουργήσουν αυτόματα, σύμφωνα με τα στοιχεία μετρήσεως από έναν ή περισσότερους αισθητήρες.

✓ Χρήση λογισμικού για το ισοζύγιο νερού, συμβατό με προσωπικούς υπολογιστές ή με κεντρικούς υπολογιστές δικτύου. Τα μοντέλα για πρακτική χρήση πρέπει να είναι απλά, αποφεύγοντας πάρα πολλές παραμέτρους, που είναι χρήσιμες μόνο για πειραματικούς σκοπούς.

### Επιλογή μεθόδου άρδευσης

Για να επιλέξει ο αγρότης μια μέθοδο άρδευσης, σύμφωνα με τις ενδείξεις FAO, πρέπει να ξέρει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των διάφορων μεθόδων. Οι αγρότες πρέπει να ξέρουν ποια μέθοδος ταιριάζει καλύτερα στις τοπικές συνθήκες. Δυστυχώς, σε πολλές περιπτώσεις δεν υπάρχει μία μοναδική βέλτιστη λύση: όλες οι μέθοδοι έχουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Η δοκιμή διαφόρων μεθόδων, υπό τις επικρατούσες τοπικές συνθήκες, παρέχει την καλύτερη βάση για τη σωστή επιλογή της μεθόδου άρδευσης. Οι σημαντικότεροι παράμετροι που εξετάζονται για την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου άρδευσης είναι:

- Τύπος εδάφους
- Κλίση εδάφους
- Κλίμα
- Διαθεσιμότητα νερού
- Τύπος καλλιέργειας
- Τύπος τεχνολογίας
- Κέρδη και δαπάνες

### Τεχνικές εξοικονόμησης νερού

Η εξοικονόμηση νερού μπορεί να θεωρηθεί η κύρια παράμετρος διαχείρισης νερού φιλικής προς το κλίμα και το περιβάλλον. Οι τεχνικές εξοικονόμησης νερού μπορούν να εφαρμοστούν στο έδαφος, στα φυτά (καλλιέργειες και ζιζάνια), στο σύστημα ατμόσφαιρας και άρδευσης. Εκτός από τις τεχνικές ξηρικής καλλιέργειας, οι τεχνικές εξοικονόμησης νερού για την άρδευση στη γεωργία, αφορούν μία διαδικασία άρδευσης με πολλαπλά βήματα: συλλογή νερού (άντληση), αποθήκευση (γούρνες, λίμνες, υπόγεια νερά), μεταφορά (υδραγωγεία), αλατότητα, τοξικότητα, αιωρούμενη ιλύς, απώλειες από εξάτμιση κατά τη διάρκεια της διανομής του νερού και από ποτισμένα γυμνά εδάφη, απώλειες από διαπνοή λόγω ζιζανίων, απώλειες από απορροές, απώλειες από διήθηση σε βάθος.

Για την εξοικονόμηση νερού μπορούν να προταθούν αγρονομικές πρακτικές εξοικονόμησης νερού:

✓ Οργωμα για να αυξηθεί το βάθος του εδάφους που είναι διαθέσιμο για την αποθήκευση νερού και τη βέλτιστη ανάπτυξη ριζών. Μια οργωμένη επιφάνεια εδάφους μειώνει σε πολλές περιπτώσεις την απορροή του βρόχινου νερού και σε αργιλικά εδάφη αυξάνει την αποθήκευση νερού κατά περίπου 50 mm έναντι του ελάχιστου οργώματος ή της κάλυψης του εδάφους με προστατευτικό στρώμα και 100 mm έναντι μη-οργώματος. Στην περίπτωση των



αμμωδών εδαφών, το βαθύ όργωμα μπορεί να μειώσει την ικανότητα αποθήκευσης νερού.

✓ Επιφανειακό όργωμα όπως το ελαφρύ φρεζάροτρο ή το άροτρο με υνιά για τον έλεγχο ζιζανίων και επιφανειακό σπάσιμο κρούστας, για τη διακοπή της εξαγωγής νερού από τις ρίζες (διαπνοή) και τη δραστική μείωση της τριχοειδούς ανόδου (εξάτμιση).

✓ Ανεμοφράκτες για να ελέγχεται το νερό του εδάφους, η διάβρωση από τον άνεμο και η σκόνη του περιβάλλοντος. Το πιο συνηθισμένο είδος για ετήσιους φράχτες είναι το φυτό αραβόσιτου.

✓ Προστατευτικό στρώμα για τη μείωση της εξάτμισης. Μία από τις ελάχιστες ακριβές και αποτελεσματικότερες επενδύσεις συντήρησης εδάφους και νερού μπορεί να θεωρηθεί το στρώμα από άχυρα. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν πλαστικά προστατευτικά.

✓ Προστατευτική καλλιέργεια στους οπωρώνες. Αποτρέπει την υποβάθμιση της εδαφολογικής δομής, δημιουργεί μια εδαφολογική δομή βέλτιστη για τη διήθηση και την αποθήκευση νερού, επιτρέποντας επιπλέον καλύτερη πρόσβαση στα δέντρα για γεωργικές δραστηριότητες και για τη συγκομιδή.

✓ Μείωση της αρδευόμενης περιοχής στους οπωρώνες. Σε περιπτώσεις μειωμένης διαθεσιμότητας νερού, μερικές φορές μπορεί να είναι πιο κερδοφόρο να προσδοθεί το βέλτιστο νερό σε ένα μέρος του οπωρώνα και να παραχθούν καλά εμπορεύσιμα φρούτα, παρά να ποτιστεί ολόκληρος ο οπωρώνας και να παραχθούν μικρά μη εμπορεύσιμα φρούτα.

✓ Αποφυγή άρδευσης του χώρου μεταξύ των σειρών.

### **3.3.6 Ανανεώσιμη ενέργεια και ενεργειακή αποδοτικότητα**

Ο γεωργικός τομέας χρειάζεται ένα μεγάλο ποσό ενέργειας, που απαιτείται από τις εκτεταμένες εργασίες σε ολόκληρη την αλυσίδα παραγωγής: μετακινήσεις εδάφους, όργωμα, στέγαση ζώων, διαχείριση καλλιεργειών, άρδευση, συγκομιδή και εργασίες μετά τη συγκομιδή, κ.λ.π. Ένα μεγάλο μέρος των ενεργειακών αναγκών στο γεωργικό τομέα ικανοποιείται με τη χρήση ορυκτών καυσίμων. Είναι γνωστό ότι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες εκπομπής των GHG είναι η καύση των ορυκτών καυσίμων. Αν και το μεγάλο δυναμικό του γεωργικού τομέα θα μπορούσε να παράγει ενέργεια χρησιμοποιώντας εναλλακτικές πηγές, τα ορυκτά καύσιμα παραμένουν ακόμα η κύρια πηγή ενέργειας σε αυτόν τον τομέα. Η μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων γίνεται προτεραιότητα για τους αγρότες, ενώ ταυτόχρονα ενθαρρύνεται η χρήση ανανεώσιμης ενέργειας. Η χρησιμοποίηση εργαλείων υψηλής αποδοτικότητας ή η στροφή σε ανανεώσιμα μη-ορυκτά καύσιμα θα μειώσει τις εκπομπές των GHG. Προκειμένου να επιτευχθεί η πιο αποδοτική μετατροπή ενέργειας είναι σημαντική η σωστή συντήρηση όλων των αγροτικών μηχανών. Ο αγρότης μπορεί να εγκαταστήσει συστήματα για να μετατρέψει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρισμό (φωτοβολταϊκή μετατροπή), ή για να παράγει ζεστό νερό (θερμική μετατροπή) και για να μεταφέρει θερμότητα όπου απαιτείται. Σε μερικές περιπτώσεις

ο άνεμος μπορεί να είναι μια μεγάλη πηγή ενέργειας και να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια για το αγρόκτημα ή ακόμη η χρήση της βιομάζας ως εναλλακτική λύση για τα ορυκτά καύσιμα. Η βιομάζα ορίζεται ως η οργανική ύλη που είναι διαθέσιμη σε ανανεώσιμη βάση. Η κύρια συμβολή που μπορεί να προσφέρει η βιομάζα στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου προέρχεται από την ικανότητά της να αποθηκεύει τεράστιες ποσότητες CO<sub>2</sub>, που αφαιρούνται από την ατμόσφαιρα και αποθηκεύονται για πολύ καιρό μέσα στις ίνες από τις οποίες αποτελείται. Η βιομάζα περιλαμβάνει υπολείμματα από δάση, καλλιέργειες και γεωργικά απόβλητα, ξυλεία και απόβλητα ξυλείας, ζωικά απόβλητα, υπολείμματα ζωικού κεφαλαίου, υδρόβια φυτά, δημοτικά και βιομηχανικά απόβλητα. Η ενέργεια μπορεί να ληφθεί μέσω διάφορων διαδικασιών. Βάσει των χημικών και φυσικών χαρακτηριστικών της, η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα .

Σε μερικές περιπτώσεις, η χρήση βιομάζας περιλαμβάνει την καλλιέργεια ελαιοσπόρων (π.χ. ηλίανθος) για την παραγωγή καυσίμων όπως βιο-diesel, ή βιοαιθανόλης, η οποία παράγεται από άμυλο ή καλλιέργειες ζάχαρης. Η βιομάζα που καίγεται δίνει τη δυνατότητα να παραχθεί άμεσα θερμότητα ή ηλεκτρική ενέργεια, ενώ μέσω της διαδικασίας αεριοποίησης μπορεί να παραχθεί αέριο καύσιμο. Ακόμη, με μια χημική διεργασία που λέγεται πυρόλυση (στερεή οργανική ύλη θερμαίνεται έντονα, απουσία οξυγόνου) είναι δυνατό να παραχθεί καύσιμο με ιδιότητες παρόμοιες με αυτές των συνθετικών πετρελαίων. Η χρησιμοποίηση της καλλιέργειας ενεργειακών φυτών για βιομάζα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί τόσο από τον ενεργειακό τομέα, σαν υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, όσο και από το γεωργικό τομέα, στον οποίο θα μπορούσε να αντικαταστήσει ή να συμπληρώσει την παραγωγή των καλλιεργειών τροφίμων ως πηγή εσόδων. Πρέπει να τονιστεί ότι για να είναι χρήσιμη περιβαλλοντικά, η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών πρέπει να πραγματοποιείται με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον (γεωργία χαμηλής συνεισφοράς). Συχνά μια μεγάλη πηγή βιομάζας αποτελεί το ξυλώδες υπόλειμμα ποωδών καλλιεργειών. Οι αγρότες συνηθίζουν να καίνε τα υπολείμματα καλλιεργειών στο χωράφι χάνοντας τη δυνατότητα να παράγουν την ενέργεια από αυτό το υλικό. Η υπόλοιπη βιομάζα, τα ροκανίδια ή ακόμα και η παραχθείσα βιομάζα από ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να συλλεχθούν και να μετατραπούν σε ενέργεια. Μια κοινή πρακτική σε διάφορες χώρες είναι η χρήση των εκπομπών μεθανίου από την κοπριά του ζωικού κεφαλαίου για να παράγει το βιοαέριο, μετατρέποντας με αυτόν τον τρόπο το μεθάνιο σε διοξείδιο του άνθρακα και μειώνοντας το γενικό φαινόμενο του θερμοκηπίου (<http://bioenergy.ornl.gov>, <http://www1.eere.energy.gov>, <http://www.oregon.gov>, <http://solar.anu.edu.au/>, Bakis, 2007; Nonhebel S, 2007; Powlson et al., 2001). .

Είναι σημαντικό ότι ο αγρότης αναλαμβάνει όχι μόνο το ρόλο του παραγωγού των υλικών αλλά και το ρόλο του καταναλωτή ή/ και του ενεργειακού προμηθευτή. Εκτός από τις περιβαλλοντικές πτυχές, σε ένα πλαίσιο κατάλληλου προγραμματισμού, επιλογής και ολοκλήρωσης των πιο κατάλληλων τεχνολογιών και πηγών, υπάρχει επίσης μια πραγματική δυνατότητα μείωσης των ενεργειακών δαπανών, μειώνοντας δραστικά τη χρήση των ορυκτών καυσίμων και συνεπώς και την εκπομπή των GHG. Η διάδοση των βίο-καυσίμων εξαρτάται από τις πολιτικές που επιτρέπουν σε αυτά να γίνουν ανταγωνιστικότερα έναντι των ορυκτών καυσίμων (βενζίνη, πετρέλαιο).

## Ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια - ισχύς από τον ήλιο - είναι καθαρή και απεριόριστη. Η σύλληψη της ενέργειας του ήλιου για τη θέρμανση νερού μπορεί να είναι ένας εύκολος τρόπος εξοικονόμησης χρημάτων. Είτε στην ξήρανση καλλιεργειών, στη θέρμανση κτηρίων, είτε στην τροφοδότηση μιας υδραντλίας, η χρησιμοποίηση του ήλιου μπορεί να κάνει το αγρόκτημα αποδοτικότερο. Η ποσότητα ενέργειας από τον ήλιο που φθάνει στη γη κάθε ημέρα είναι τεράστια. Κυρίως οι νότιες χώρες της Ευρώπης λαμβάνουν αρκετή ηλιοφάνεια για να καταστήσουν χρήσιμη την ηλιακή ενέργεια.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα στη στέγη ή κοντά στο αγρόκτημα. Στην αγορά είναι διαθέσιμα παθητικά ή ενεργητικά συστήματα κυκλοφορίας και εγκαταστάσεις διαφορετικών διαστάσεων.
- ✓ Ενεργητικά συστήματα ηλιακής θέρμανσης, τα οποία χρησιμοποιούν θαλάμους θερμάνσεως και ανεμιστήρες, μπορούν να θερμάνουν τον αέρα, εξοικονομώντας καύσιμα.
- ✓ Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες μπορούν να παρέχουν νερό χαμηλής - μέσης - και υψηλής θερμοκρασίας. Στις γαλακτοκομικές εργασίες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ηλιακά θερμαινόμενο νερό για να καθαριστεί ο εξοπλισμός και για να θερμανθούν και ενεργοποιηθούν οι μαστοί των αγελάδων. Οι ηλιακοί συσσωρευτές μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα για σπίτια ή αγροκτήματα με ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες ή θερμοσίφωνες προπανίου.
- ✓ Ο ηλιακός συσσωρευτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ξήρανση των καλλιεργειών και των σιταριών
- ✓ Το ηλιακό θερμοκήπιο χρησιμοποιεί οικοδομικά υλικά για να συλλέξει και να αποθηκεύσει την ηλιακή ενέργεια ως θερμότητα.

## Αιολική ενέργεια

Θεωρητικά, ο άνεμος είναι ένας πολύ ισχυρός πόρος, αλλά πολύ μεταβλητός από μια θέση σε άλλη. Το δυναμικό της αγοράς για τον άνεμο εξαρτάται επίσης από το κόστος. Το κόστος παραγωγής αιολικής ενέργειας έχει μειωθεί περίπου 90% από το 1980. Μέχρι το 2010, η ηλεκτρική ενέργεια από τα νέα προγράμματα αιολικής ενέργειας αναμένεται να είναι φτηνότερη από ότι η ηλεκτρική ενέργεια από τις νέες συμβατικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας. Οι αγρότες βρίσκονται σε μοναδική θέση να ωφεληθούν από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας. Για να μπουν σε αυτήν την αγορά, οι αγρότες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τον άνεμο για να παραγάγουν ηλεκτρισμό για τα αγροκτήματά τους, ή να γίνουν οι ίδιοι παραγωγοί αιολικής ενέργειας. Οι μικρές αιολικές γεννήτριες, που κυμαίνονται από 400 Watt ως 40 kWatt ή και περισσότερο, μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες ενός ολόκληρου αγροκτήματος ή μπορούν να στοχεύσουν σε συγκεκριμένες εφαρμογές (π.χ. στην άντληση νερού). Μπορούν επίσης να είναι φτηνότεροι από τις επεκτεινόμενες ηλεκτρικές γραμμές και είναι καταλληλότεροι και φτηνότεροι από τις γεννήτριες

diesel. Ευκαιρία για έναν αγρότη ή μια ομάδα αγροτών είναι να γίνει υπεύθυνος για την αιολική ανάπτυξη και να παράγει ηλεκτρισμό που θα τον πουλάει σε άλλους. Στην πραγματικότητα, ο άνεμος επιτρέπει την παραγωγή «πράσινης» ή φιλικής προς το περιβάλλον ενέργειας.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

✓ Εγκατάσταση αιολικών πάρκων σε θέσεις που έχουν ισχυρούς, σταθερούς ανέμους. Οι καλύτερες θέσεις είναι σε παράκτιες περιοχές, στις κορυφές στρογγυλεμένων λόφων, σε ανοικτές πεδιάδες και ανοίγματα στα βουνά - θέσεις όπου ο άνεμος είναι ισχυρός και αξιόπιστος. Προτιμάται μια μέση ταχύτητα ανέμου περίπου 25 km/h.

✓ Χρήση μεγάλων ελίκων για την εξαγωγή ενέργειας από το μεγαλύτερο πιθανό όγκο ανέμου. Τα πτερύγια μπορούν να αλλάζουν γωνία με «μικρό» ή «μεγάλο» βήμα, για να αντιμετωπίζουν ποικίλες ταχύτητες ανέμου, και η γεννήτρια και ο έλικας μπορούν να γυρίζουν προς τον άνεμο από όποια κατεύθυνση κι αν προέρχεται.

✓ Εγκατάσταση ψηλών πύργων, για να μπαίνουν οι έλικες όσο το δυνατόν ψηλότερα, όπου ο άνεμος είναι ισχυρότερος. Αυτό σημαίνει ότι το έδαφος από κάτω μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια.

#### Υδροηλεκτρική ενέργεια

Το νερό είναι πηγή ενέργειας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια μπορεί να είναι διαθέσιμη οπουδήποτε υπάρχει η παρουσία μιας σταθερής και κατάλληλης ροής νερού. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί μπορούν να μετασχηματίσουν την ενέργεια μιας ροής νερού σε μηχανική ενέργεια, που κατόπιν μετασχηματίζεται σε ηλεκτρική ενέργεια, και να εκμεταλλευθούν και την ενέργεια από την πτώση του νερού και την ταχύτητα ροής του. Η ισχύς που μπορεί να παραχθεί εξαρτάται από το ρυθμό ροής ή από την πτώση του νερού. Με βάση την ονομαστική ισχύ, οι υδραυλικές εγκαταστάσεις μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής: μικροσκοπικές ( $P < 100 \text{ KW}$ ) μίνι ( $100 < P \text{ (KW)} < 1000$ ) μικρές ( $1000 < P \text{ (KW)} < 10000$ ) και μεγάλες ( $P > 10000 \text{ KW}$ ). Η διαθεσιμότητα του νερού και του πώς θα μπορούσε να είναι διαθέσιμο (τεχνητές ή φυσικές λίμνες, ρέματα, σωληνώσεις πίεσης ή υδροφράκτες) καθορίζει το είδος των πιο εφικτών σταθμών. Οι αγρότες μπορούν να βρουν πλεονεκτήματα ακόμη και από την παρουσία ενός μικρού ποταμού μιας ροής νερού και να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για να ικανοποιήσουν εν μέρει ή πλήρως τις ενεργειακές ανάγκες του αγροκτήματος. Το νερό παίρνει μεγάλη και συγκεκριμένη ποσότητα ενέργειας (παραγόμενη ενέργεια ανά μονάδα όγκου ή βάρους), μεγαλύτερη από τον άνεμο.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

✓ Εγκατάσταση μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος αξιοποιώντας κάθε είδος πτώσης ή ροής νερού που μπορεί να υπάρχει στο αγρόκτημα.

✓ Εγκατάσταση πρωτοποριακών σταθμών που μετασχηματίζουν αποτελεσματικά τη μηχανική ενέργεια του νερού σε ηλεκτρική ενέργεια.

✓ Αξιολόγηση της ωφέλιμης παροχής νερού προκειμένου να επιλεγεί ο καταλληλότερος σταθμός.

✓ Εξέταση της δυνατότητας να χρησιμοποιηθεί η ενέργεια των σωληνώσεων πίεσης του πόσιμου νερού.

#### Ενέργεια από βιοαέριο

Το βιοαέριο παράγεται κατά την αναερόβια χώνευση (χωρίς οξυγόνο) της οργανικής ύλης, που πραγματοποιείται από συγκεκριμένους μικροοργανισμούς. Η σύνθεση του βιοαερίου εξαρτάται από την πηγή βιομάζας που αποδομείται, αλλά σε κάθε περίπτωση το αέριο αυτό παρουσιάζει ένα υψηλό ποσοστό μεθανίου (από 50 έως 80%). Κατά συνέπεια, αποτελεί ένα καύσιμο καλής ποιότητας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παράγει θερμότητα ή ηλεκτρική ενέργεια. Η γεωργική βιομηχανία και η βιομηχανία τροφίμων καθώς και ολόκληρος ο τομέας ζωικού κεφαλαίου παράγουν μία μεγάλη ποσότητα αποβλήτων που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραχθεί βιοαέριο. Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα εγκαταστάσεων που διατίθενται στην αγορά και που διαφέρουν ως προς την ποσότητα υλικού που επεξεργάζονται και ως προς την ποσότητα ενέργειας που εκλύεται.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

✓ Συλλογή και χρήση των οργανικών αποβλήτων από αγροκτήματα και από κτηνοτροφικές μονάδες με υψηλό περιεχόμενο πρωτεϊνών (λάσπη, λυματολάσπη, απόβλητα από βιομηχανία τροφίμων και ζώων, απόβλητα καλλιέργειών, οργανικά απόβλητα από κρεοπωλεία).

✓ Ενεργειακές καλλιέργειες όπως αραβόσιτος, όσπρια, σακχαρότευτλο, κ.λπ. μπορούν να αναπτυχθούν για να τροφοδοτούν τις εγκαταστάσεις βιοαερίου.

✓ Χρήση των αστικών αποβλήτων.

✓ Καθορισμός της ποσότητας και της ποιότητας της οργανικής ύλης που μπορεί να συλλεχθεί.

#### Ενέργεια από βιομάζα

Οι καλλιέργειες ξυλείας και οποιοδήποτε είδος υπολειμμάτων καλλιέργειών καθώς και οι πτώδεις ενεργειακές καλλιέργειες αποτελούν σημαντική πηγή ύλης για την παραγωγή ενέργειας. Η βιομάζα μπορεί να τεμαχιστεί ή να μετασχηματιστεί σε σβώλους (pellets) στο αγρόκτημα. Τα ροκανίδια και οι σβώλοι είναι συμπιεσμένα μικρά κομμάτια ξύλου ή πτώδους υλικού, εύκολα για αποθήκευση και για μετακίνηση. Τα ροκανίδια και οι σβώλοι μπορούν να ληφθούν από τα απόβλητα, από τις καλλιέργειες που κόβονται συγκεκριμένα για αυτόν το λόγο (καλλιέργειες δέντρων ταχείας ανάπτυξης), από τη διαχείριση των δασών ή από τα απόβλητα βιομηχανιών ξυλείας. Η καύση βιομάζας στο αγρόκτημα ή σε συνεργασία με τον γείτονα-αγρότη, χρησιμοποιώντας κατάλληλες εγκαταστάσεις, αποτελεί μια άλλη δυνατότητα παραγωγή ενέργειας αποφεύγοντας τα ορυκτά καύσιμα και, κατά

συνέπεια, μειώνοντας τις εκπομπές των GHG. Επιπλέον ένα μέρος του CO<sub>2</sub> που απορροφάται από τα φυτά παραμένει μόνιμα στο έδαφος ως ρίζες.

Προτείνονται οι ακόλουθες τεχνικές-ορθές πρακτικές:

- ✓ Αποφυγή καύσης υπολειμμάτων καλλιεργειών στο χωράφι.
- ✓ Καλλιέργεια δέντρων ταχείας ανάπτυξης.
- ✓ Καλλιέργεια ετήσιων ποωδών ενεργειακών καλλιεργειών.
- ✓ Παραγωγή ροκανιδιών στο αγρόκτημα χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε υπολείμματα ξυλείας και ποωδών καλλιεργειών.
- ✓ Χρήση των ροκανιδιών για παραγωγή ενέργειας μέσω της καύσης ή της αεριοποίησης.
- ✓ Αξιολόγηση της δυνατότητας να δημιουργηθεί ένας συνεταιρισμός που να συλλέγει τα υπολείμματα καλλιεργειών και να παράγει τα ροκανίδια (οικονομίες κλίμακας).

### **3.4. Κατευθύνσεις για μια στρατηγική προσαρμογή της γεωργίας της Ε.Ε**

#### **3.4.1. Προτεραιότητα στα αναμφιβόλως θετικά μέτρα («no regret»)**

Λαμβανομένων υπόψη των εγγενών αβεβαιοτήτων, η απόδοση προτεραιότητας στις αναμφιβόλως θετικές επιλογές («no regret») για τα μέτρα προσαρμογής θα εξασφαλίσει την αποδοτικότερη προσέγγιση ως προς τη σχέση κόστους αποτελεσματικότητας. Πρόκειται για επιλογές οι οποίες συμβάλλουν στην αντιμετώπιση ενός ευρέος φάσματος πιθανών μεταβολών και αποφέρουν κοινωνικοοικονομικά ή περιβαλλοντικά οφέλη. Στον γεωργικό τομέα, αυτό σημαίνει ενίσχυση της προσαρμοστικότητας των γεωργικών οικοσυστημάτων μέσω της πιο βιώσιμης χρήσης των φυσικών πόρων, και ιδίως του ύδατος και του εδάφους. Η προστασία της βάσης φυσικών πόρων από την οποία εξαρτάται η γεωργία επιτρέπει στον τομέα να αναπτύξει καλύτερα την προσαρμοστικότητά του στις κλιματικές αλλαγές. Οι λύσεις αυτού του είδους θα εξασφαλίσουν ότι οι αποφάσεις διαχείρισης που θα εφαρμοστούν κατά τις προσεχείς δεκαετίες δεν θα υπονομεύσουν την ικανότητα αντιμετώπισης ενδεχόμενων ισχυρότερων επιπτώσεων αργότερα στον αιώνα. Όπως αναφέρεται στη Λευκή Βίβλο με τίτλο «Προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος: προς ένα ευρωπαϊκό πλαίσιο δράσης», είναι επίσης αναγκαίο να αξιολογηθεί ποιες απαιτήσεις σχετικά με τη διαχείριση του ύδατος πρέπει να ενσωματωθούν περαιτέρω στα αντίστοιχα μέσα της ΚΓΠ. Τα μέτρα προσαρμογής σχετικά με τη γεωργία μπορούν επίσης να ενσωματωθούν στις εθνικές διατάξεις εφαρμογής της οδηγίας-πλαισίου για τα ύδατα και στην οδηγία για τις πλημμύρες.

#### **3.4.2. Ενίσχυση του ρόλου της γεωργίας ως παρόχου οικοσυστημικών υπηρεσιών**

Λαμβανομένων υπόψη των προβλεπόμενων επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος στα υδρολογικά συστήματα, στα ενδιαίτηματα και στη βιοποικιλότητα της Ευρώπης, η

διατήρηση των οικοσυστημάτων χάρη στη διαχείριση της γεωργικής γης μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο όσον αφορά τη συμβολή στη συνολική προσαρμοστικότητα στην αλλαγή του κλίματος. Η γεωργία μπορεί, για παράδειγμα, να συμβάλει στη διαχείριση των λεκανών απορροής, στην προστασία των ενδιαιτημάτων και της βιοποικιλότητας, καθώς και στη διατήρηση και αποκατάσταση πολυλειτουργικών τοπίων. Μεταξύ άλλων, η μετανάστευση αποδημητικών ειδών μπορεί να διευκολυνθεί με τη δημιουργία δικτύων διαδρόμων άγριας πανίδας και χλωρίδας στη γεωργική γη, ενώ οι ικανότητες συγκράτησης ύδατος των βοσκότοπων μπορούν να αξιοποιηθούν ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος πλημμύρας. Θα μπορούσε να αναγνωριστεί και να ενισχυθεί περαιτέρω ο δυνητικός ρόλος της γεωργίας στην παροχή τέτοιων «πράσινων υποδομών». Τα τρέχοντα γεωργοπεριβαλλοντικά μέτρα συμβάλλουν στον στόχο αυτό, αλλά ενδέχεται να μην ενισχύουν πάντοτε επαρκώς τη διασύνδεση μεταξύ των περιοχών προστασίας της βιοποικιλότητας. Στο πλαίσιο αυτό, η δυνατότητα εφαρμογής των μέτρων αγροτικής ανάπτυξης σε εδαφική κλίμακα πέραν των μεμονωμένων γεωργικών εκμεταλλεύσεων θα μπορούσε να εξεταστεί για να συμβάλει στην επιτυχία της προσαρμογής.

### **3.4.3. Ενίσχυση της προσαρμοστικότητας των γεωργικών υποδομών**

Η γεωργία ως σύστημα παραγωγής εξαρτάται από τα πάγια στοιχεία ενεργητικού (π.χ. εξοπλισμός, κτίρια, μηχανήματα) και τις υποδομές, που μπορεί να πληγούν από τα ακραία φαινόμενα. Οι οικονομικές ζημίες που ενδέχεται να προκαλέσουν τα εν λόγω φαινόμενα μπορεί να αποτελέσουν αιτία σοβαρής ανησυχίας για τον τομέα, ειδικότερα επειδή, στη γεωργία, η αξία των πάγιων στοιχείων ενεργητικού τείνει να είναι σημαντική σε σχέση με τη μέση ετήσια παραγωγή και το μέσο ετήσιο γεωργικό εισόδημα. Συνεπώς, είναι απαραίτητο να συνεχιστεί η ανάπτυξη προληπτικών μέτρων και μέσω προσαρμοσμένων στα περιφερειακά χαρακτηριστικά για την αντιμετώπιση των δυνητικών ζημιών.

### **3.4.4 Ανάπτυξη συνεργειών μεταξύ προσαρμογής και μετριασμού**

Οι γεωργικές δραστηριότητες αποτελούν σημαντική πηγή εκπομπών υποξειδίου του αζώτου και μεθανίου, που συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η γεωργία μπορεί να συμβάλει στο μετριασμό της αλλαγής του κλίματος μέσω της μείωσης των εκπομπών της, της παραγωγής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και βιοπροϊόντων, και της αποθήκευσης του άνθρακα στα γεωργικά εδάφη.

Για την ανταπόκριση στη διττή πρόκληση που συνιστούν η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η ταυτόχρονη αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος, θα είναι αναγκαίο να εξασφαλιστούν οι περισσότερες δυνατές συνέργειες μεταξύ προσαρμογής και μετριασμού. Πρέπει να προσδιοριστούν και να προωθηθούν τα μέτρα που παρέχουν παράλληλα οφέλη από πλευράς μείωσης των εκπομπών και ενίσχυσης της προσαρμοστικότητας της γεωργικής δραστηριότητας. Πρόκειται, μεταξύ άλλων, για μεθόδους κατεργασίας του εδάφους οι οποίες συμβάλλουν στη διατήρηση και την αύξηση του οργανικού άνθρακα στο έδαφος, και για την προστασία και τη διαχείριση των βοσκότοπων. Η βιολογική γεωργία προσφέρει δυνατότητες μετριασμού μέσω της αποτελεσματικότητας των κύκλων των θρεπτικών συστατικών και της διαχείρισης του εδάφους· επιπλέον, καθώς συνεπάγεται συνήθως μεγαλύτερη ποικιλομορφία και υψηλό επίπεδο γνώσης της λειτουργίας του γεωργικού οικοσυστήματος, είναι επίσης πιθανό να παρουσιάζει καλύτερη προσαρμοστικότητα στην αλλαγή του κλίματος. Κατά τη λήψη των αποφάσεων για τα κατάλληλα μέτρα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι πιθανώς αλληλοσυγκρουόμενοι στόχοι, ενώ, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να απαιτηθούν

συμβιβασμοί. Τα κράτη μέλη δύνανται να χρησιμοποιήσουν τους πόρους αγροτικής ανάπτυξης για την εφαρμογή των εν λόγω μέτρων.

#### **3.4.5. Βελτίωση της προσαρμοστικής ικανότητας των γεωργών**

Η βελτίωση της προσαρμοστικής ικανότητας των γεωργών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την υποβοήθηση της προσαρμογής της γεωργίας. Η παροχή καλύτερης ενημέρωσης και συμβουλευτικής στήριξης σε θέματα κλίματος στους γεωργούς και στους εργαζομένους στη γεωργία θα συμβάλει αποφασιστικά στην παρότρυνση και την προετοιμασία τους στην προσαρμογή. Προς τον σκοπό αυτό, υπάρχουν διάφορα μέσα, όπως ειδικά μαθήματα, ο ειδικευμένος τύπος και η χρήση των τεχνολογιών των επικοινωνιών. Είναι επίσης σημαντικό να συμπεριληφθεί η αλλαγή του κλίματος στα εκπαιδευτικά συστήματα για νέους γεωργούς, εργαζομένους και μαθητευόμενους στη γεωργία. Θα μπορούσαν να αναπτυχθούν οι

υπηρεσίες γεωργικών συμβουλών, ώστε να αποτελέσουν μέσο διάδοσης ειδικών ανά περιοχή πληροφοριών και πρακτικών λύσεων προσαρμογής με σκοπό την ενίσχυση των δεξιοτήτων προσαρμογής των γεωργών στις μελλοντικές μεταβολές.

Τα μέτρα που εγκρίθηκαν στο πλαίσιο του «διαγνωστικού ελέγχου» της ΚΓΠ παρέχουν πρόσθετες δυνατότητες, βάσει της πολιτικής αγροτικής ανάπτυξης, για τη χρηματοδότηση προγραμμάτων διάδοσης και κατάρτισης, και για τη χρησιμοποίηση των συμβουλευτικών υπηρεσιών σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις.

#### **3.4.6. Διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ κρατών μελών**

Πρέπει να ενθαρρυνθούν η ανάπτυξη εθνικών ή κατώτερης κλίμακας προγραμμάτων και ο πολιτικός προβληματισμός σχετικά με την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος. Η μεταξύ των κρατών μελών ανταλλαγή προσεγγίσεων, εμπειριών και βέλτιστων πρακτικών όσον αφορά τις επιλογές προσαρμογής στον γεωργικό τομέα μπορεί να συμβάλει στην προαγωγή των γεωργικών πρακτικών και των συστημάτων παραγωγής που είναι καλύτερα προσαρμοσμένα στις αναμενόμενες κλιματικές εξελίξεις. Έως τα τέλη του 2009, θα συγκροτηθεί τεχνική ομάδα εργασίας για τη γεωργία, η οποία θα συνδράμει τη Διευθύνουσα Ομάδα για τις επιπτώσεις και την προσαρμογή, που προτείνεται στη Λευκή Βίβλο. Στην πρωτοβουλία της Επιτροπής να δημιουργήσει ένα δίκτυο κέντρων πληροφόρησης, το οποίο θα λειτουργεί ως βήμα ανταλλαγής πληροφοριών για τις επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος και την τρωτότητα, θα πρέπει να περιλαμβάνεται και ένα τμήμα ειδικά αφιερωμένο στη διάδοση των εθνικών εξελίξεων, των αποτελεσμάτων των έργων και των βέλτιστων πρακτικών στον γεωργικό τομέα.

#### **3.4.7. Ενίσχυση της έρευνας για το κλίμα και τη γεωργία**

Ο σχεδιασμός της προσαρμογής της γεωργίας δεν μπορεί να στηριχθεί μόνο στις γνώσεις σχετικά με τις παγκόσμιες κλιματικές τάσεις, αλλά απαιτεί και λεπτομερείς πληροφορίες για τις περιφερειακές επιπτώσεις και την έγκυρη εκτίμηση των επιλογών προσαρμογής και της εφικτότητάς τους σε επίπεδο τόσο τοπικό όσο και γεωργικής εκμετάλλευσης. Είναι απαραίτητο να βελτιωθούν και να προσδιοριστούν ακριβέστερα η χωρική κλίμακα και η χρονική κλίμακα που χρησιμοποιούνται για τις αξιολογήσεις των αναμενόμενων κλιματικών επιπτώσεων και της τρωτότητας, καθώς και να επιτευχθεί καλύτερη κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ της γεωργίας και του κλίματος. Σε



πρόσφατη ανακοίνωση της Επιτροπής σχετικά με τη γεωργική έρευνα<sup>2</sup>, εξετάζονται λεπτομερώς οι ανάγκες και οι κατευθύνσεις στον τομέα της ευρωπαϊκής έρευνας και της καινοτομίας σχετικά με την αλλαγή του κλίματος, όπου συμπεριλαμβάνεται και ο γεωργικός τομέας. Η αλλαγή του κλίματος προσδιορίστηκε ως τομέας προτεραιότητας από την μόνιμη επιτροπή γεωργικής έρευνας (ΜΕΓΕ), η οποία διαπίστωσε την ύπαρξη σημαντικού κενού στον συντονισμό της έρευνας σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Συγκροτήθηκε ομάδα εργασίας, αποτελούμενη από διαχειριστές εθνικών προγραμμάτων, με σκοπό να εξετάσει τον τρόπο με τον οποίο η αλλαγή του κλίματος επηρεάζει τη γεωργία και τον τρόπο με τον οποίο η γεωργία μπορεί να προσαρμοστεί καταλλήλως στις επενέργειες αυτές και να τις μετριάσει.

Επιπλέον, δεδομένου ότι οι αγροτικές περιοχές εκτίθενται σε ευρύτερους κλιματικούς

κινδύνους και ότι μεγάλα τμήματα της αγροτικής Ευρώπης χαρακτηρίζονται από οικονομική πολυλειτουργικότητα, είναι σημαντικό να επιτευχθεί ολοκληρωμένη κατανόηση των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος στις αγροτικές οικονομίες και κοινωνίες. Επομένως, θα μπορούσε να ενισχυθεί η κοινωνικοοικονομική έρευνα σχετικά με την αλλαγή του κλίματος και τις επιπτώσεις της στην αειφορία της υπαίθρου. Η πρόκληση της αλλαγής του κλίματος υπογραμμίζει και πάλι την ανάγκη για συνεχή γεωργική έρευνα, σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο, για την ανάπτυξη, παραδείγματος χάριν, καλλιεργειών, ποικιλιών και αγελών καλύτερα προσαρμοσμένων στις μελλοντικές συνθήκες. Θα πρέπει επίσης να καταβληθούν ερευνητικές προσπάθειες όσον αφορά τον μετριασμό, με σκοπό την περαιτέρω ανάπτυξη κατάλληλων και οικονομικά προσιτών τεχνολογιών και καινοτομιών. Η προσεχής ενδιάμεση αξιολόγηση του έβδομου προγράμματος πλαισίου έρευνας παρέχει την ευκαιρία επανεξέτασης της ισορροπίας μεταξύ των διάφορων θεματικών προτεραιοτήτων και, παράλληλα, του ζητήματος της στήριξης της έρευνας στους τομείς του κλίματος και της γεωργίας.

Άλλη μία βασική πρόκληση είναι να επιτευχθεί σύνθεση των πορισμάτων των φυσικών και γεωπονικών επιστημών με τις τοπικές γνώσεις των γεωργών, ώστε να καταστρωθούν άρτιες στρατηγικές προσαρμογής, οι οποίες να επιτρέπουν την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος στο πλαίσιο σειράς κλιματικών και κοινωνικοοικονομικών σεναρίων. Ως προς αυτό, το σύστημα παροχής συμβουλών σε γεωργικές εκμεταλλεύσεις μπορεί επίσης να αποτελέσει σημαντικό μέσο. Εξίσου σημαντικό είναι να ενισχυθεί η ικανότητα των περιφερειακών φορέων να χρησιμοποιούν τα κατάλληλα μέσα για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Η δημιουργία εταιρικών σχέσεων μεταξύ εθνικών και περιφερειακών ερευνητικών ιδρυμάτων, συμβουλευτικών υπηρεσιών και κοινωνικών εταίρων στον τομέα της γεωργίας, καθώς και η σύσταση περιφερειακών δικτύων για την παροχή πληροφοριών σε γεωργικές κοινότητες θα συμβάλουν στη χάραξη κατάλληλων στρατηγικών προσαρμοσμένων στις εκάστοτε τοπικές συνθήκες.

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά:  
(Προεπιλεγμένη) Times New  
Roman, Ελληνικά

### 3.4.8. Ανάπτυξη δεικτών τρωτότητας

Θα μπορούσε να εξεταστεί το ενδεχόμενο της ανάπτυξης ειδικών δεικτών για τη γεωργία, όπως ενός **δείκτη προσαρμοστικής ικανότητας και τρωτότητας**. Ο προσδιορισμός της τρωτότητας πρέπει να εκτελεστεί σε χαμηλή χωρική κλίμακα, με βάση τη σημερινή ευαισθησία στη μεταβλητότητα του κλίματος και στους φυσικούς κινδύνους καθώς και σεναρία μεταβολών των καιρικών συνθηκών. Η δημιουργία ενός δείκτη τρωτότητας, που να συμπεριλαμβάνει την πτυχή της προσαρμοστικής ικανότητας, θα απαιτήσει μια

πολυδιάστατη προσέγγιση η οποία θα συνδυάζει κλιματικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες.

## **Συμπεράσματα**

Στη συγκεκριμένη εργασία αναλύθηκε η αλληλεπίδραση μεταξύ γεωργικών δραστηριοτήτων και κλιματικής αλλαγής. Αρχικά παρουσιάστηκε το πλαίσιο των εννοιών της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και κλιματικής αλλαγής, με ιδιαίτερη έμφαση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Παρατηρείται μεγάλη αβεβαιότητα όσον αφορά τις προβλέψεις για την εξέλιξη των σημαντικότερων παραγόντων της κλιματικής αλλαγής. Η επισκόπηση της βιβλιογραφίας έδειξε ότι οι κυριότεροι παράγοντες κλιματικής αλλαγής που αναμένεται να επηρεάσουν την γεωργία είναι: αύξηση θερμοκρασίας, αύξηση συγκεντρώσεων αερίων θερμοκηπίου και μεταβολή στη στάθμη της θάλασσας. Οι επιπτώσεις αυτών των παραγόντων στη γεωργική παραγωγική διαδικασία είναι κυρίως αρνητικές. Επιπροσθέτως, μελετήθηκαν οι σημαντικότερες μεθοδολογίες που αναλύουν την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην γεωργία και παρουσιάστηκαν τα αδύναμα σημεία τους που σχετίζονται κυρίως με τη συλλογή των δεδομένων και τα χρησιμοποιούμενα μοντέλα προσομοίωσης.

Επιπλέον αποτυπώθηκε το πλαίσιο επίδρασης της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην παρουσίαση μέτρων πολιτικής και γεωργικών τεχνικών που μπορούν να συμβάλλουν καθοριστικά στην άμβλυνση της κλιματικής αλλαγής. Οι γεωργικές τεχνικές που αναλύθηκαν αφορούσαν στη διαχείριση των καλλιεργειών, τη διαχείριση του εδάφους, τη διαχείριση του ζωικού κεφαλαίου, τη διαχείριση του νερού και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Οι τεχνολογικές προοπτικές μείωσης των κλιματολογικών επιπτώσεων στην γεωργία είναι μεγάλες και συνίστανται κυρίως στην υποκατάσταση των αγροχημικών προϊόντων, στην ορθολογική διαχείριση του νερού, στη διαφύλαξη της ποιότητας του εδάφους, στον περιορισμό της παραγόμενης ρύπανσης και γενικότερα στη χρήση τρόπων φιλικότερων προς το περιβάλλον για την ενίσχυση της αγροτικής παραγωγής.

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά

Απαιτείται η ανάπτυξη σταδιακά εξελισσόμενης και ολοκληρωμένης απάντησης στην αλλαγή του κλίματος, προκειμένου να διατηρήσει η γεωργία της Ευρωπαϊκής Ένωσης την προσαρμοστικότητα και την ανταγωνιστικότητά της, ώστε να μπορέσει να διαδραματίσει το ρόλο της ως προμηθευτή τροφίμων υψηλής ποιότητας και παρόχου υπηρεσιών που διαφυλάσσουν το περιβάλλον και το τοπίο, καθώς και να συμβάλει στη βιώσιμη ανάπτυξη των αγροτικών περιοχών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η προσαρμογή είναι μακροπρόθεσμη διαδικασία, η οποία πρέπει να εξελιχθεί κατά τις προσεχείς δεκαετίες σύμφωνα με τις κλιματικές τάσεις και με βάση ένα διαρκώς αυξανόμενο σύνολο γνώσεων και πρακτικών εμπειριών. Στη διαδικασία αυτή, είναι σημαντικό να συμμετάσχει περισσότερο η γεωργική κοινότητα στις συζητήσεις για τις ανάγκες προσαρμογής και στη διάδοση των ορθών πρακτικών, καθώς οι αλλαγές σε επίπεδο γεωργικής εκμετάλλευσης αποτελούν βασική συνιστώσα της προσαρμογής.

Στο πλαίσιο της αναθεώρησης της κοινής γεωργικής πολιτικής μετά το 2013, θα πρέπει να εξεταστεί η ανάγκη εξασφάλισης ευνοϊκών συνθηκών για την προσαρμογή της γεωργίας και των αγροτικών περιοχών. Η αποτελεσματική προσαρμογή και η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, στοιχεία που αμφότερα συμβάλλουν στον μετριασμό των επιπτώσεων και στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της γεωργικής δραστηριότητας, θα απαιτήσουν επενδύσεις και προσπάθειες σχεδιασμού που ξεπερνούν την ικανότητα των μεμονωμένων γεωργικών εκμεταλλεύσεων. Οι δημόσιες αρχές θα πρέπει να διαδραματίσουν τον ρόλο τους, υποστηρίζοντας και διευκολύνοντας τις πολιτικές προσαρμογής στην αλλαγή του κλίματος.

Το μελλοντικό αγρόκτημα αυτού του αιώνα θα βασίζεται πιθανώς σε επιλεγμένες ανθεκτικές ποικιλίες φυτών, έξυπνα αυτόματα συστήματα για άρδευση και λίπανση, εξοικονόμηση ενέργειας και νερού, πολύ μειωμένη χρήση αγροχημικών, οργανική λίπανση, βιολογική καταπολέμηση παρασίτων, επαναχρησιμοποίηση αποβλήτων, αξιοποίηση μετεωρολογικών μετρήσεων και προβλέψεων. Η ολοκληρωμένη γεωργία του μέλλοντος θα συνδυάζει παλιές δοκιμασμένες μεθόδους και αειφορική χρήση υψηλής τεχνολογίας.

## Βιβλιογραφία

Κάλλια Α., Κωσταντίνη Σ. (2007). *Ατμοσφαιρική ρύπανση και κλιματική αλλαγή*. Πηγές -επιπτώσεις-νομικό πλαίσιο. Εκδόσεις Σάκκουλα. Θεσσαλονίκη.

Achard F., Eva H.D, Stibig H., Mayaux P., Gallego J., Richards T., Malingreau J.P (2002), *Determination of Deforestation Rates of the World's Humid Tropical Forest*, Science, 297, 998-1003.

Adams, R., McCarl, B., Segerson, K., Rosenzweig, C., Bryant, K.J., Dixon, et al. (1998). *The Economic Effects of Climate Change on US Agriculture* in Mendelsohn, R. and Neumann, J. (eds.).

Altieri, M. A., Ponti, L. and Nicholls, C. (2005). *Enhanced pest management through soil health: toward a belowground habitat management strategy*. *Biodynamics* pp. 33-40.

Ashmore, M. R., 2005. Assessing the future global impacts of ozone on vegetation. *Plant, Cell and Environment* 28, 942-964.

Bakis M., (2007). *Electricity production opportunities from multipurpose dams (case study)*. *Renewable Energy*, 1723-1738.

**Μορφοποιήθηκε:**  
Γραμματοσειρά: Πλάγια,  
Χρώμα γραμματοσειράς:  
Μαύρο

Barker T., I. Bashmakov, L. Bernstein, J. E. Bogner, P. R. Bosch, R. Dave, O. R. et al (2007): *Technical Summary. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

Beauchemin, K.A., McGinn, S.M. (2005). *Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets*. Journal of Animal Science 83, 653-661.

Bolinder M-A., Andre'n O, Katterer T., de Jong R, VandenBygaart A.J., Angers D.A., et al (2007). *Soil carbon dynamics in Canadian Agricultural Ecoregions: Quantifying climatic influence on soil biological activity*. Agriculture, Ecosystems and Environment 122:461-470.

Chiew, F. H. S., Whetton, P.H., McMahon, T.A., and Pittock A.B. (1995). *Simulation of the Impacts of Climate Change on Runoff and Soil Moisture in Australian Catchments*, Journal of Hydrology, 167:121-147.

Deressa, T.T. (2007). *Measuring the Economic Impact of Climate Change on Ethiopian Agriculture: Ricardian Approach*. Policy Research Working Paper 4342, Sustainable Rural and Urban Development Team, Development Research Group, The World Bank.

Favis-Mortlock, D., and Savabi, M. R. (1996). *Shifts in Rates and Spatial Distributions of Soil Erosion and Deposition under Climate Change*, Advances in Hillslope Processes, vol. 1, ed. M. G. Anderson and S. M. Brooks, Wiley, New York.

Fischer G., Shah M., Velthuizen van H. (2002) *Climate Change and Agricultural Vulnerability*, World Summit on Sustainable Development, Johannesburg

Fiscus, E. L., Fitzgerald, L., Burkey, B., Burkey K., 2005. Crop responses to ozone: uptake, modes of action, carbon assimilation and partitioning. Plant, Cell and Environment 28, 997-1011.

Fox L.D., Boubel W.R., Turner D.B. and Stern C.A. (1992). *Fundamentals of Air Pollution*, Third Edition. Academic Press, Inc. 530 pp.

Fuhrer J, Skarby L, Ashmore MH. (1997). *Critical levels for ozone effects on vegetation in Europe*, Environmental Pollution, , 97: 91-106.

Hidalgo D, Irusta R, Fatta D., (2006). *Sustainable and cost-effective municipal wastewater reclamation: treated effluent reuse in agricultural production*. International journal of Environment and Pollution, 2-15.

Huang, B, Author, Reprint Author Huang Biao Huang, Biao , Sun, WX, et al., (2007). *Temporal and spatial variability of soil organic matter and total nitrogen in an agricultural ecosystem as affected by farming practices*. GEODERMA 139 (3-4): 336-345.

Idso, S.B., Stephen A.G., Bruce K.A., and Anderson M.G. (1988). *Relationship between growth rate and net photosynthesis of Azolla in ambient and elevated CO<sub>2</sub> concentrations*. Agriculture, ecosystems and environment, 20: 137-141.

Idso, S.B., Stephen A.G., Bruce K.A., and Anderson M.G. (1988). Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on Emissions Scenarios, 2007.

IPCC, 2001b. Climate Change 2001: The Scientific Basis. A Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 p.

IPCC, 2001c. Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson R. T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 397 p.

IPCC, 2007. Climate Change, Synthesis Report. Contributing to Working, Groups I, II, Cambridge: Cambridge University Press.

Krupa SV, Manning WJ. (1988). *Atmospheric ozone: formation and effects on vegetation*, Environmental Pollution, 50:101-137.

Krupa, S.V., 2003. Effects of atmospheric ammonia (NH<sub>3</sub>) on terrestrial vegetation: a review. Environmental Pollution 124, 179–221.

Kumar, K. and Parikh, J. (1998). *Climate Change Impacts on Indian Agriculture: The Ricardian Approach*. In: A. Dinar, R. Mendelsohn, R. Evenson, J. Parikh, A. Sanghi, K. Kumar, J. McKinsey, S. Lonergan (eds.) Measuring the Impact of Climate Change on Indian Agriculture, World Bank Technical Paper No. 402, Washington, D.C.

Mader, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Jossi, W., Widmer, F., et al. (2006). *The DOK experiment (Switzerland)*. In: Long-term field experiments in organic farming. Raupp, J., Pekrun, C., Oltmanns, M., Kϕpke, U. (eds.). pp 198.

Marriott, E.E., Wander, M.M. (2006). *Total and labile soil organic matter in organic and conventional farming systems*. Soil Science Society of America Journal 70, 950-959.

Mendelsohn, R., W. Nordhaus, and D. Shaw. (1996). *Climate Impacts on Aggregate Farm Values: Accounting for Adaptation*, Agriculture and Forest Meteorology, 80: 55-67.

Molua, E. and C. Lambi. (2007). *The Economic Impact of Climate Change on Agriculture in Cameroon*. Policy Research Working Paper 4364, Sustainable Rural and Urban Development Team, Development Research Group, The World Bank.

Mount T. and Z. Li. (1994). *Estimating the Effects of Climate Change on Grain Yield and Production in the U.S.* Cooperative Agreement U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington, DC.

Nonhebel S., (2007). *Energy from agricultural residues and consequences for land requirements for food production*. *Agricultural systems* 94, 2, 586-592.

Powlson D.S, Richie A.B., Heert A.L. (2005). *Biofuels and other approaches for decreasing fossil fuel emissions from agriculture*. *Annals of Applied Biology* 2:193-201.

Rosenzweig, C., B. Curry, J. T. Ritchie, J. W. Jones, T. -Y. Chou, R. Goldberg, and A. Iglesias. (1994). *The Effects of Potential Climate Change on Simulated Grain Crops in the United States*, Implications of Climate Change for International Agriculture: Crop Modelling Study, EPA 230-B-94-003.

Rosenzweig C, Parry ML. (1994). *Potential Impact of Climate Change on World Food Supply*, *Nature*, 367: 133-135.

Royal Society. (2005). *Impact of climate change on crops worse than previously*

Sanghi, A. (1998). *Global Warming and Climate Sensitivity: Brazilian and Indian Agriculture*, Ph.D. Dissertation, Dept. of Economics, University of Chicago, Chicago.

Sjaak., S.. (2002). Air pollution emissions. In: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland

Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. et al (2007) *Agriculture. In Climate Change Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Smit, B., McNabb, D., Smithers, J., Swanson, E., Blain, R. and Keddie, P. (1996). *Farming Adaptations to Climatic Variation*, Great Lakes - St. Lawrence Basin Project Progress Report #1: Adapting to the impacts of climate change and variability. Downsview, Atmospheric Environment Service, pp. 125-136.

Steinfeld, H. P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales, Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow. Environmental issues and options*. FAO 2006 ISBN 978 -92-5-105571-7

UN Report on Climate Change, 200

Viovy N., (2007). *Moderating the impact of agriculture on climate*. *Agricultural Forest Meteorology* 142 (2-4):278-287.

Weiske, A., Vabitsch, A., Olesen, J.E., Schelde, K., Michel, J., Friedrich, R., et al (2006). *Mitigation of greenhouse gas emission in European conventional and organic dairy farming*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112:221-232.

Whetton PH, Fowler AM, Haylock MR, Pittock AB. (1993) *Implications of Climate Change due to the enhanced greenhouse effect on floods and droughts in Australia*. *Climate Change*, 25: 289-317.

## Ιστοσελίδες

<http://www.aua.gr> / ημερομηνία ανανέωσης: 11/01/2010 ημερομηνία πρόσβασης: 09/02/2010.

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά

[www.geotee.gr](http://www.geotee.gr) / ημερομηνία ανανέωσης: 04/07/2009 ημερομηνία πρόσβασης: 23/06/2009.

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά

Αλλαγή κωδικού πεδίου

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά

Μορφοποιήθηκε: Ελληνικά

[www.unfccc.int](http://www.unfccc.int) / ημερομηνία ανανέωσης: 12/02/2010, ημερομηνία πρόσβασης: 21/09/2009.

[www.ars.usda.gov/id/res\\_main.htm](http://www.ars.usda.gov/id/res_main.htm) / ημερομηνία ανανέωσης: 02/01/2010 ημερομηνία πρόσβασης: 19/09/2009.

[www.dpi.vic.gov.au](http://www.dpi.vic.gov.au) / ημερομηνία ανανέωσης: 11/02/2010 ημερομηνία πρόσβασης: 17/08/2009.

[www.fao.org](http://www.fao.org) / ημερομηνία ανανέωσης: 09/02/2010 ημερομηνία πρόσβασης: 13/07/2009.

[www.sardi.sa.gov.au](http://www.sardi.sa.gov.au) / ημερομηνία ανανέωσης: 08/01/2010 ημερομηνία πρόσβασης: 20/08/2009.

<http://attra.ncat.org/livestock.html> / ημερομηνία ανανέωσης: 30/11/2009 ημερομηνία πρόσβασης: 03/06/2009.

<http://bioenergy.ornl.gov> / ημερομηνία ανανέωσης: 04/01/2010 ημερομηνία πρόσβασης: 17/05/2009.

<http://.biotechwatch.gr/agroclimatechangereport> / ημερομηνία ανανέωσης: 04/07/2009 ημερομηνία πρόσβασης: 20/09/2009.

<http://ec.europa.eu/agriculture> / ημερομηνία ανανέωσης: 01/10/2007 ημερομηνία πρόσβασης: 18/10/2009.



<http://eere.energy.gov/biomass> /ημερομηνία ανανέωσης: 16/11/2009 ημερομηνία πρόσβασης: 17/06/2009.

<http://ipcc-wg1.ucar.edu> /ημερομηνία ανανέωσης: 25/02/2009 ημερομηνία πρόσβασης: 22/07/2009.

<http://www.kepka.gr> /ημερομηνία ανανέωσης: 03/09/2008 ημερομηνία πρόσβασης: 13/08/2009.

<http://oregon.gov/ENERGY/RENEW> /ημερομηνία ανανέωσης: 26/08/2009 ημερομηνία πρόσβασης: 25/08/2009.

<http://solar.anu.edu.au/> /ημερομηνία ανανέωσης: 29/01/2010 ημερομηνία πρόσβασης: 19/10/2009.

<http://www.irri.org> /ημερομηνία ανανέωσης: 27/01/2010 ημερομηνία πρόσβασης: 09/11/2009.

<http://www.eia.doe.gov> /ημερομηνία ανανέωσης: 04/07/2009 ημερομηνία πρόσβασης: 12/11/2009.

<http://www.grida.no> /ημερομηνία ανανέωσης: 05/06/2009 ημερομηνία πρόσβασης: 13/06/2009.

<http://www.windows.ucar.edu> /ημερομηνία ανανέωσης: 21/08/2001 ημερομηνία πρόσβασης: 23/10/2009.

<http://el.wikipedia.org> /ημερομηνία ανανέωσης: 08/07/2009 ημερομηνία πρόσβασης: 17/01/2010.

<http://www.stuffintheair.com> /ημερομηνία ανανέωσης: 23/01/2010 ημερομηνία πρόσβασης: 31/12/2009.

**Μορφοποιήθηκε:** Αγγλικά (Η.Π.Α.)

**Αλλαγή κωδικού πεδίου**

**Μορφοποιήθηκε:** Αγγλικά (Η.Π.Α.)

**Μορφοποιήθηκε:** Αγγλικά (Η.Π.Α.)

**Μορφοποιήθηκε:** Αγγλικά (Η.Π.Α.)

**Διαγράφηκε:** ¶

**Μορφοποιήθηκε:** Αγγλικά (Η.Π.Α.)

**Μορφοποιήθηκε:** Αγγλικά (Η.Π.Α.)

**Μορφοποιήθηκε:** Αγγλικά (Η.Π.Α.)

**Μορφοποιήθηκε:** Αγγλικά (Η.Π.Α.)

**Αλλαγή κωδικού πεδίου**

**Αλλαγή κωδικού πεδίου**

**Μορφοποιήθηκε:** Ελληνικά

