



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής
στον αμπελοοινικό τομέα**

ΑΔΕΠΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ


ΑΜ:131005

Επιβλέπων: ΜΠΑΝΙΛΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ, 2021

Διασαφήσεις εξεταστικής επιτροπής

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο «Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον αμπελοοινικό τομέα» που παρουσιάστηκε από τον/την ΑΛΕΠΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα Καθηγητή (Μπανίλας Γεώργιος)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (Κόρκας Ηλίας)	
Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (Μήτσου Γεώργιος)	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

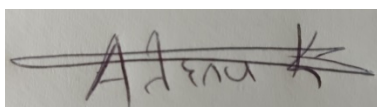
Η κάτωθι υπογεγραμμένη Αλέπη Κωνσταντίνα του Παναγιώτη, με αριθμό μητρώου 131005 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, της Σχολής Επιστημών Τροφίμων, του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ονοματεπώνυμο & Υπογραφή Συγγραφέα Πτυχιακής Εργασίας

ΑΛΕΠΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σαν θέμα τις επιπτώσεις που η κλιματική αλλαγή έχει προκαλέσει ή δύναται να προκαλέσει στον αμπελοοινικό τομέα. Η ανθρώπινη δραστηριότητα αποτελεί το κύριο αίτιο της επιτάχυνσης της κλιματικής μεταβολής, και κυρίως της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η ανεξέλεγκτη καύση ορυκτών καυσίμων, για μεταφορά, θέρμανση, παραγωγή ενέργειας, λειτουργία βιομηχανικών μονάδων, αποτελεί τον κύριο παράγοντα που συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου άρα και της ενίσχυσης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η γεωργική δραστηριότητα, άρα και η αμπελοκαλλιέργεια επηρεάζονται σημαντικά από την κλιματική μεταβολή. Η μεταβολή της θερμοκρασίας και η έλλειψη διαθέσιμου νερού έχει οδηγήσει ή θα οδηγήσει στις επόμενες δεκαετίες, σε μετατόπιση των περιοχών όπου καλλιεργείται το αμπέλι σε περιοχές πιο κοντά στους πόλους, τόσο στο βόρειο όσο και στο νότιο ημισφαίριο. Προβλήματα στην αμπελοκαλλιέργεια, πιθανολογείται ότι θα προκαλέσει και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας η οποία απειλεί με εξαφάνιση μέρος της καλλιεργήσιμης έκτασης αμπέλου. Επίσης, η κλιματική αλλαγή έχει προκαλέσει μεταβολή της χημικής σύστασης των σταφυλιών επιδρώντας έτσι στον οργανοληπτικό χαρακτήρα των οίνων, γεγονός που είναι ευνοϊκό για ορισμένες περιοχές και αρνητικό για ορισμένες άλλες, κυρίως για τις παραδοσιακές περιοχές παραγωγής ποιοτικού οίνου. Το φυτό επίσης της αμπέλου έρχεται αντιμέτωπο με ασθένειες και έντομα που αντέχουν σε αυξημένες θερμοκρασίες. Η αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων απαιτούν από τους αμπελοκαλλιεργητές και τους οιολόγους να επιδείξουν ετοιμότητα, προσαρμοστικότητα και τεχνογνωσία απέναντι στα νέα δεδομένα. Οι προσαρμοστικές στρατηγικές που πρέπει να ασκήσουν περιλαμβάνουν κινήσεις όπως η αντικατάσταση παλαιών ποικιλιών με νέες, η μετακίνηση της καλλιέργειας σε μεγαλύτερο υψόμετρο, η υιοθέτηση νέων οινοποιητικών τεχνικών.

Λέξεις κλειδιά: κλιματική αλλαγή, αμπελοοινικός τομέας, υπερθέρμανση, αμπελοκαλλιέργεια, φαινόμενο του θερμοκηπίου, άμπελος, οίνος, ποικιλίες, καλλιεργητικές τεχνικές.

ABSTRACT

The subject of this thesis is the effects that climate change has caused or may cause on the wine industry. The human activity is the main cause of the acceleration of climate change, and especially of global warming. The uncontrolled burning of fossil fuels, for transportation, heating, energy production, operation of industrial units, is the main factor that contributes to the increase of the concentration of greenhouse gases and therefore for the strengthening of the greenhouse effect. Agricultural activities, and therefore viticulture, are significantly affected by climate change. The increase of temperature and the lack of available water has led or will lead in the coming decades, to a shift in the areas where the vineyard is grown in areas closer to the poles, both in the northern and southern hemispheres. Problems in viticulture are likely to be caused by rising sea levels, which threaten the extinction of part of the arable land. Also, climate change has caused a change in the chemical composition of grapes, thus affecting the organoleptic nature of wines, which is favorable for some areas and negative for others, especially for traditional wine production areas. The grape plant also faces diseases and insects that can withstand high temperatures. Dealing with these problems requires viticulturists and oenologists to demonstrate readiness, adaptability and know-how towards new data. The adaptive strategies they need to implement include moves such as replacing old varieties with new ones, moving the crop to a higher altitude, and adopting new winemaking techniques.

Keywords: climate change, wine industry, global warming, viticulture, greenhouse effect, vineyard, wine, grapevine, winemaking techniques.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
Κατάλογος Πινάκων	7
Εισαγωγή και Σκοπός της Εργασίας.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
ΤΟ ΚΛΙΜΑ	10
1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙΡΟΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ	10
1.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	11
1.3 ΚΛΙΜΑ ΕΥΡΩΠΗΣ	12
1.3.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΟΡΡΕΝ	12
1.3.2 ΚΛΙΜΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΧΩΡΩΝ	13
1.4 ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΗΜΕΡΑ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	16
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ	16
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
2.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΛΙΜΑ	17
2.2.1 ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΠΛΑΝΗΤΗ	17
2.2.1 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	18
2.2.2 ΑΕΡΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	19
2.2.3 ΑΙΤΙΑ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΠΛΑΝΗΤΗ	20
2.2.3.1 ΚΑΥΣΗ ΟΡΥΚΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	20
2.2.3.2 ΑΠΟΨΙΛΩΣΗ ΔΑΣΩΝ	21
2.2.3.3 ΑΠΩΛΕΙΑ ΦΥΣΙΚΩΝ «ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ»	21
2.2.3.4 ΘΕΙΝΙΣΗ ΩΚΕΑΝΩΝ	22
2.2.3.5 ΧΩΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΚΑΙ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ	22
2.2 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ	23
2.2.1 ΤΗΞΗ ΠΑΓΩΝ ΚΑΙ ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ	23
2.2.2 ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	23
2.2.3 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ	23
2.2.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	24
2.2.5 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΓΡΙΑ ΠΑΝΙΔΑ ΚΑΙ ΧΛΩΡΙΔΑ	24
2.2.6 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ	24

2.2.7 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	27
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΜΠΕΛΟΟΙΝΙΚΟ ΤΟΜΕΑ. 27	
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	27
3.1.1 Καλλιεργούμενη έκταση με αμπέλια	27
3.1.2 Τάσεις στις κύριες αμπελουργικές χώρες	27
3.1.3 Αμπελουργικές Terroir.....	30
3.2.1 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	33
3.2.2 ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΚΑΙ ΑΠΩΛΕΙΑ	
ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΣΙΜΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ	37
3.2.3 Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΕΝΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ	
ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΑΥΤΑ.....	38
3.2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ.....	38
3.2.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ.....	39
3.2.6 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΣΤΑΦΥΛΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ	
ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΟΙΝΟΥ	42
3.2.7 Η ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΒΕΛΑΝΙΔΙΑΣ	45
3.2.8 ΕΜΜΕΣΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	46
3.4 ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	
.....	46
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	51
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	54

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1 : Συμβολισμοί του χάρτη της εικόνας 1.2

Εισαγωγή και Σκοπός της Εργασίας

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα φαινόμενο που αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε πλήρη εξέλιξη. Αποτελεί το αντικείμενο προβληματισμού και έρευνας πολλών επιστημονικών ομάδων. Προσδιορίζονται τα αίτια που προκάλεσαν και επιτάχυναν την εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής και, ειδικότερα όσο αφορά την ανθρώπινη συμμετοχή και ευθύνη. Μελετώνται οι επιπτώσεις, βραχυχρόνιες και μακροχρόνιες, που μπορεί να προκαλέσει στην οικονομία, την υγεία, τη βιομηχανία, τον τουρισμό, τον πολιτισμό. Εξετάζονται από κάθε ενδιαφερόμενα φορέα, η υιοθέτηση κατάλληλων και αποτελεσματικών λύσεων στα προβλήματα που αναμένεται να προκύψουν μελλοντικά.

Η παρούσα εργασία αποτελείται από τρία κεφάλαια και εξετάζει την κλιματική αλλαγή ως προς τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει στην καλλιέργεια της αμπέλου και στην παραγωγή ποιοτικού οίνου.

Στο πρώτο κεφάλαιο, ορίζονται και διαχωρίζονται οι έννοιες καιρός και κλίμα. Επίσης, γίνεται μία σύντομη αναφορά στους κλιματικούς παράγοντες, όπως η ηλιακή ακτινοβολία, η τοπογραφία μίας περιοχής, η φυτοκάλυψη, η αέρια κυκλοφορία και οι άνεμοι. Στη συνέχεια, δίνονται πληροφορίες για τη ταξινόμηση του κλίματος στον πλανήτη σύμφωνα με τον Köppen και τους ανανεωμένους κλιματολογικούς χάρτες. Οι χώρες της Ευρώπης, χωρίζονται σε κλιματικές ζώνες, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν. Στην Ελλάδα, παρουσιάζονται τέσσερις κλιματικοί τύποι : Θαλάσσιος, Χερσαίος, Ηπειρωτικός και Ορεινός Τύπος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, εξετάζεται γενικά το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Εξηγείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου και πως αυτό επηρεάζει την υπερθέρμανση του πλανήτη, αλλά και πως το ίδιο επηρεάζεται από την αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου. Σημειώνεται ότι από το 1960 ως το 2013, έχει ήδη σημειωθεί άνοδος της μέσης θερμοκρασίας κατά $0,78^{\circ}\text{C}$, οποία σύμφωνα με τα διάφορα μοντέλα που χρησιμοποιούνται προβλέπεται να υπέρβει τους 2°C . Στη συνέχεια εξηγείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ποια είναι η φυσική σημασία του και πως η άνοδος της συγκέντρωσης των αερίων εγκλωβίζει μεγαλύτερο μέρος της ηλιακή ακτινοβολίας στο εσωτερικό της γήινης ατμόσφαιρας, δημιουργώντας την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας. Παράγοντες όπως η καύση ορυκτών καυσίμων, η εκτεταμένη αποψίλωση των δασών η

απώλεια των φυσικών «δεξαμενών άνθρακα», η οξίνιση του ωκεανού, η χρήση χώρων υγειονομικής ταφής και η εκτεταμένη εκτροφή βοειδών και προβάτων

Στη συνέχεια, αναφέρονται οι συνέπειες της κλιματικής μεταβολής. Η τήξη των πάγων των πόλων και των παγετώνων οδηγεί στη άνοδο της στάθμης της θάλασσας, γεγονός που με τη σειρά του απειλεί πολλές κατοικήσιμες αλλά και καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως έντονες βροχοπτώσεις, καύσωνες, δυνατοί άνεμοι ταλαιπωρούν πολλές περιοχές. Επιπτώσεις έχει η κλιματική αλλαγή και στην ανθρώπινη υγεία, την οικονομία, την κοινωνία. Οι αναπτυσσόμενες χώρες πλήττονται σε μεγαλύτερο βαθμό καθώς δεν έχουν τα οικονομικά ή κοινωνικά μέσα να τις αντιμετωπίσουν. Η άγρια πανίδα και η χλωρίδα πολλών περιοχών κινδυνεύει με εξαφάνιση. Οι ευρωπαϊκές χώρες δεν μπορούν να αποφύγουν τις επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή, αν και κάθε χώρα έχει διαφορετικό ανεκτικότητα και ευαισθησία απέναντί τους.

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί και το κύριο μέρος αυτής της εργασίας. Χωρίζεται σε τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος εξετάζονται οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην αμπελοκαλλιέργεια, στο δεύτερο μέρος αναφέρονται οι επιπτώσεις στον οίνο και στο τρίτο μέρος προτείνονται ορισμένοι τρόποι αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής στον αμπελοοινικό τομέα.

Η άνοδος της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του πλανήτη έχει μετακινήσει την ζώνη που θεωρείται κατάλληλη για καλλιέργεια σε περιοχές που είναι πλησιέστερα στους πόλους, καθιστώντας κάποιες ακατάλληλες, άλλες έρχονται αντιμέτωπες με προβλήματα και ορισμένες ευνοούνται, αποκτώντας για πρώτη φορά τη δυνατότητα να καλλιεργήσουν την άμπελο. Επίσης, η τήξη των πάγων και των παγετώνων έχει προκαλέσει άνοδο της στάθμης της θάλασσας, με αποτέλεσμα μέρος των καλλιεργούμενων εκτάσεων να κινδυνεύουν με εξαφάνιση. Η άνοδος της θερμοκρασίας δημιουργεί και προβλήματα ανάπτυξης εντόμων και ασθενειών που ευνοούνται από το ζεστό περιβάλλον.

Οι οινοπαραγωγοί έρχονται αντιμέτωποι επίσης με τη μεταβολή της χημικής σύστασης του γλεύκους, γεγονός που οδηγεί σε μεταβολή και της χημικής σύστασης του οίνου. Όπως συνέβη και με την αμπελοκαλλιέργεια, ορισμένες περιοχές παθαίνουν σοβαρή ζημία αλλά ορισμένες άλλες ευνοούνται.

Οι τρόποι αντιμετώπισης των επιπτώσεων της κλιματικής μεταβολής σχετίζεται με τη γνώση, την τεχνογνωσία, την προσαρμοστικότητα και την οικονομική ευχέρεια των καλλιεργητών και των παραγωγών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΟ ΚΛΙΜΑ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙΡΟΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ

Ο καιρός είναι η βραχυχρόνια μεταβολή της κατάστασης της ατμόσφαιρας που συντελείται σε μία χρονική περίοδο η οποία κυμαίνεται από λίγα λεπτά ως λίγες βδομάδες. Σε μία δεδομένη χρονική στιγμή, η ατμοσφαιρική κατάσταση που επικρατεί σε μία δεδομένη γεωγραφική έκταση λέγεται καιρός της περιοχής (Αναγνωστοπούλου, n.d.). Ο τρόπος που ο καιρός κατανέμεται στην επιφάνεια της γης ή σε μέρος αυτής παρουσιάζει σημαντική ποικιλομορφία. Οι καιρικές καταστάσεις περιγράφονται από τα δελτία καιρού με όρους όπως : ηλιόλουστος, βροχερός, νεφελώδης, άνοδος ή πτώση θερμοκρασίας, καταιγίδες ή άνεμοι (πχ ισχυροί, ασθενείς, βορειοανατολικοί ή δυτικοί) και αναφέρονται συνήθως σε ένα ορισμένο γεωγραφικό χώρο όπως είναι μία χώρα, μία περιφέρεια αλλά ακόμη και μία πόλη. (Μπαλαφούτης, n.d.)

Για να εκφραστεί ο καιρός μίας περιοχής με αριθμητικό τρόπο πραγματοποιούνται μία σειρά μετρήσεων ορισμένων χαρακτηριστικών μεγεθών, όπως πίεση, θερμοκρασία και υγρασία της ατμόσφαιρας, νέφωση, βροχόπτωση, ένταση και φορά ανέμων. Τα δεδομένα αυτά λέγονται μετεωρολογικά στοιχεία ή στοιχεία καιρού. Συλλέγονται για όλες τις περιοχές του πλανήτη την ίδια στιγμή με τη βοήθεια του παγκόσμιου συστήματος μέτρησης χρόνου, (UTC-Universal Time Coordinate) το οποίο χρησιμοποιεί ως σημείο αναφοράς τον πρώτο μεσημβρινό που διέρχεται από το Greenwich. Οι τιμές που καταγράφονται μεταβιβάζονται τηλεγραφικώς στα διάφορα μετεωρολογικά κέντρα της κάθε χώρας. Για την Ελλάδα, το ρόλο αυτό τον έχει αναλάβει η ΕΜΥ (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).

Το κλίμα σχετίζεται με την μελέτη των στοιχείων που αποτελούν τον καιρό σε μία ορισμένη γεωγραφική περιοχή για μεγάλες χρονικές περιόδους (Αναγνωστοπούλου, n.d.). Ένας παλαιότερος ορισμός, από τους πιο επικρατέστερους, ορίζει το κλίμα μίας περιοχής ως τον μέσο όρο των συνθηκών του καιρού που επικρατούν. Ωστόσο η έννοια του κλίματος είναι πολυσύνθετη και περιλαμβάνει εκτός από τον προσδιορισμό του μέσου καιρού και τη μελέτη και άλλων παραγόντων, όπως τη συχνότητα και την ένταση εμφάνισης ακραίων

καταστάσεων, τις διαφοροποιήσεις και τις μεταβολές που συντελούνται στις κλιματικές παραμέτρους, την απόκλιση από το αναμενόμενο . (Μπαλαφούτης, n.d.)

Οι μέσοι όροι των στοιχείων καιρού που αντιστοιχούν σε μεγάλα χρονικά διαστήματα και ορισμένες άλλες στατιστικές παράμετροι που υπολογίζονται, οδηγούν στον προσδιορισμό των κλιματικών στοιχείων (Μπαλαφούτης, n.d.)

1.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Για να μελετηθεί και να προσδιοριστεί το κλίμα μίας περιοχής θα πρέπει να γίνει καταγραφή των κλιματικών στοιχείων για χρονικά διαστήματα μεγάλης διάρκειας. Από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Μετεωρολογίας έχει ορισθεί ως κατάλληλο το διάστημα των τριάντα χρόνων. (Μπαλαφούτης, n.d.)

Τα κλιματικά στοιχεία παρουσιάζουν διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτους, των εποχών αλλά ακόμη και κατά την διάρκεια ενός μήνα, ανάλογα με την επίδραση ορισμένων παραγόντων, όπως (Μπαλαφούτης, n.d.):

- Ηλιακή ακτινοβολία. Εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, την εποχή τους έτους, το ανάγλυφο του εδάφους και από το ιδιαίτερες τοπογραφικές συνθήκες της περιοχής. Η ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται επίσης, από την απόλυτη υγρασία της ατμόσφαιρας, τη συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων κ.α. (Τράπεζα της Ελλάδος,2011)
- Φύση της επιφάνειας της μελετούμενης περιοχής. Ο όρος αναφέρεται κυρίως στο ποσοστό που καλύπτει η ξηρά και στο ποσοστό που καλύπτει η θάλασσα.
- Φυτοκάλυψη
- Θαλάσσια κυκλοφορία, δηλαδή θαλάσσια ρεύματα που διέρχονται από την περιοχή και El Nino
- Γεωγραφικοί παράγοντες όπως το ανάγλυφο, το υψόμετρο, το γεωγραφικό πλάτος και ο προσανατολισμός
- Γενική κυκλοφορία αέρα ατμόσφαιρας
- Ατμοσφαιρικές διαταραχές
- Αέριες μάζες

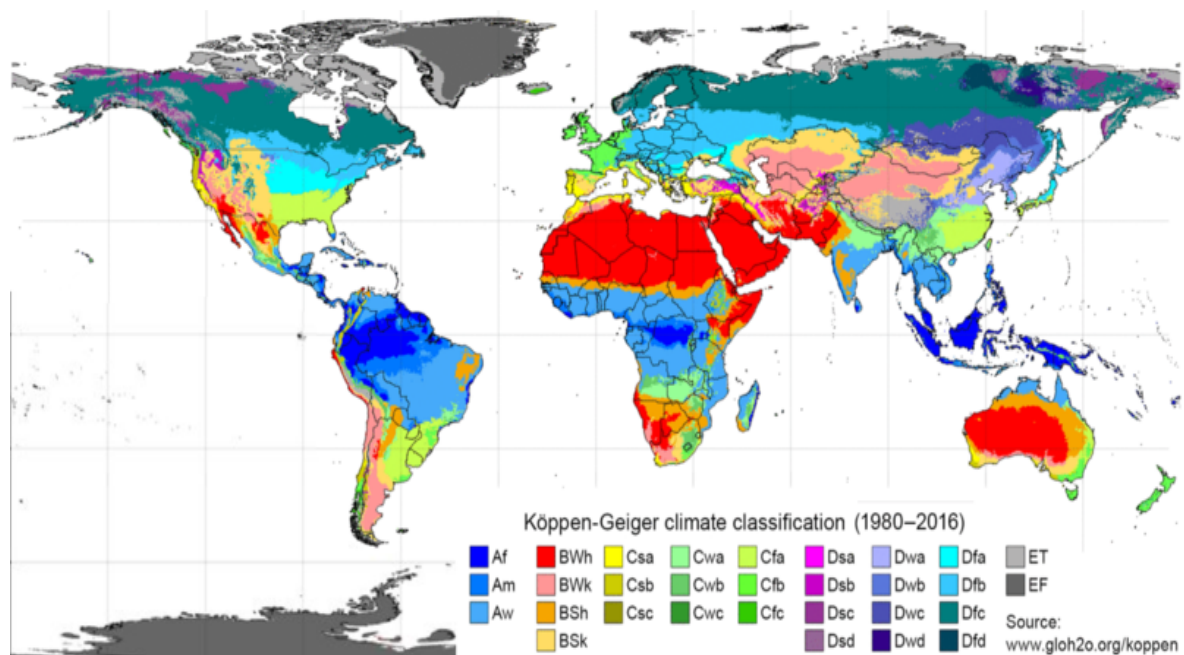
- Άνεμος
- Κύκλος του ύδατος στην ατμόσφαιρα
- Ανθρωπογενείς επιδράσεις.

Σε κάθε σημείο του πλανήτη η συμμετοχή κάθε παράγοντα στην διαμόρφωση του κλίματος παρουσιάζει διαφοροποίηση ως προς την ένταση και τη σπουδαιότητα. (Μπαλαφούτης, n.d.)

1.3 ΚΛΙΜΑ ΕΥΡΩΠΗΣ

1.3.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ KÖRPPEN

Ο χάρτης ταξινόμησης κλίματος που χρησιμοποιείται συχνότερα είναι αυτός του Vladimir Köppen, που παρουσιάστηκε στην τελευταία του έκδοση το 1961 από τον Rudolf Geiger. Ένας πολύ μεγάλος αριθμός μελετών για το κλίμα και επακόλουθες δημοσιεύσεις υιοθέτησαν κάποια πρόσφατη ή παλαιότερη κυκλοφορία του χάρτη Köppen-Geiger (Kottek et al, 2006).



Εικόνα 1.1: Παγκόσμιος χάρτης ταξινόμησης κλίματος Köppen-Geiger

Πηγή : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Köppen-Geiger_climate_classification_\(1980-2016\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Köppen-Geiger_climate_classification_(1980-2016).png) (under the [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/))

1.3.2 ΚΛΙΜΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Οι κύριες κλιματικές ζώνες που παρουσιάζονται στην Ευρώπη, σύμφωνα με τους Köppen-Geiger, είναι (Praznikar, 2016) :

- Στη νοτιοδυτική Ευρώπη ξηρά κλίματα με ανεπαρκή βροχόπτωση κατά το μεγαλύτερο μέρος του έτους.
- Στη νότια, κεντρική και ανατολική Ευρώπη υγρά μεσαία γεωγραφικά κλίματα με ήπιους έως δροσερούς χειμώνες.
- Στη βόρεια Ευρώπη, υγρά κλίματα μεσαίου γεωγραφικού πλάτους με κρύους χειμώνες

Πίνακας 1.1 : Συμβολισμοί του χάρτη της εικόνας 1.2

1st	2nd	3rd	Περιγραφή κλίματος	Κριτήρια*
A			Τροπικό	$T_{cold} \geq 18$
	f		- Βροχερού δάσους	$P_{dry} \geq 60$
	m		- Μουσωνικό με υπερβολική εποχική βροχόπτωση	Not (Af) & $P_{dry} \geq 100 - MAP/25$
	w		- Σαβάνας με διακριτή ξηρή περίοδο	Not (Af) & $P_{dry} < 100 - MAP/25$
B			Ξηρό	$MAP < 10 \text{Å} - P_{threshold}$
	W		- Ερημικά	$MAP < 5 \text{Å} - P_{threshold}$
	S		- Στεπικά	$MAP \geq 5 \text{Å} - P_{threshold}$
		h	- Θερμό	$MAT \geq 18$
		k	- Ψυχρό ή δροσερό	$MAT < 18$
C			Εγκρατές (temperate)	$T_{hot} > 10$ & $0 < T_{cold} < 18$
	s		- Ξηρό θέρος	$P_{sdry} < 40$ & $P_{sdry} < P_{wwet}/3$
	w		- Ξηρός χειμώνας	$P_{wdry} < P_{swet}/10$
	f		- Χωρίς ξηρή εποχή	Not (Cs) or (Cw)
		a	- Θερμό θέρος	$T_{hot} \geq 22$
		b	- Θερμός χειμώνας	Not (a) & $T_{mon10} \geq 4$
		c	- Ψυχρό ή δροσερό καλοκαίρι	Not (a or b) & $1 \leq T_{mon10} < 4$

D			Ψυχρό	$T_{hot} > 10$ & $T_{cold} \leq 0$
	s		- Ξηρό θέρος	$P_{dry} < 40$ & $P_{dry} < P_{wet}/3$
	w		- Ξηρός χειμώνας	$P_{dry} < P_{wet}/10$
	f		- Χωρίς ξηρή εποχή	Not (Ds) or (Dw)
		a	- Πολύ θερμό θέρος	$T_{hot} \geq 22$
		b	- Θερμό θέρος	Not (a) & $T_{mon10} \geq 4$
		c	- Ψυχρό θέρος	Not (a, b or d)
		d	- Πολύ ψυχρός χειμώνας	Not (a or b) & $T_{cold} < -38$
E			Πολικό	$T_{hot} < 10$
	T		- Τούντρας	$T_{hot} > 0$
	F		- Παγετώνες	$T_{hot} \leq 0$

MAP = μέση ετήσια βροχόπτωση, MAT = μέση ετήσια θερμοκρασία, T_{hot} = θερμοκρασία του θερμότερου μήνα, T_{cold} = θερμοκρασία του πιο κρύου μήνα, T_{mon10} = αριθμός μηνών όπου η θερμοκρασία είναι πάνω από 10, P_{dry} = υετός του ξηρότερου μήνα, P_{sdry} = υετός του πιο ξηρού μήνα το καλοκαίρι, P_{wdry} = βροχόπτωση του ξηρότερου μήνα το χειμώνα, P_{swet} = βροχόπτωση του υγρότερου μήνα το καλοκαίρι, P_{wwet} = βροχόπτωση του υγρότερου μήνα το χειμώνα, $P_{threshold}$ = ποικίλλει σύμφωνα με τους ακόλουθους κανόνες (εάν το 70% της MAP εμφανίζεται το χειμώνα και μετά $P_{threshold} = 2 \times MAT$, εάν το 70% του MAP εμφανίζεται το καλοκαίρι, τότε $P_{threshold} = 2 \times MAT + 28$, αλλιώς $P_{threshold} = 2 \times MAT + 14$). Το καλοκαίρι (ή ο χειμώνας) ορίζεται ως η θερμότερη (ή ψυχρότερη) περίοδος των έξι μηνών ONDJFM ή AMJJAS.

Πηγή: : Flo et al., 2012

1.4 ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΗΜΕΡΑ

Η Ελλάδα είναι μία χώρα που βρίσκεται στο άκρο της Χερσονήσου του Αίμου, στο νότιο άκρο της Ευρώπης. Παρουσιάζει ακτογραμμή μεγάλης έκτασης και πολύπλοκη τοπογραφία, γεγονός που οδηγεί σε έντονες κλιματολογικές διακυμάνσεις στο έδαφος της. Μπορούν να διακριθούν 4 διαφορετικοί κλιματικοί τύποι (Τράπεζα της Ελλάδος, 2011):

A) Ο Θαλάσσιος Μεσογειακός τύπος, ο οποίος έχει τα χαρακτηριστικά του εύκρατου κλίματος και συναντάται στα δυτικά παράλια της Ελλάδας και στα Ιόνια νησιά

B) Ο Χερσαίος Μεσογειακός τύπος, που συναντάται στην νοτιοανατολική Ελλάδα, σε μέρος της Στερεάς Ελλάδας, σε ορισμένες περιοχές της ανατολικής Πελοποννήσου, στα νησιά του κεντρικού Αιγαίου και την Κρήτη. Χαρακτηρίζεται

από πιο ξηρά καλοκαίρια και πιο ψυχρούς χειμώνες από τις περιοχές του Ιονίου Πελάγους που είναι στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος

Γ) Ο Ηπειρωτικός Τύπος. Είναι ο τύπος κλίματος που επικρατεί στη Θράκη, στη Μακεδονία, στην Ήπειρο και σε μέρος της Θεσσαλίας. Έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με το ηπειρωτικό κλίμα των πιο βόρειων βαλκανικών περιοχών

Δ) Ο Ορεινός τύπος. Παρατηρείται στα ορεινά της χώρας, όπου υπάρχουν δασώδεις περιοχές με κλίμα δάσους και ορισμένες περιοχές οι οποίες βρίσκονται σε μεγάλο ύψος και έχουν αλπικό κλίμα τον χειμώνα.

Στα νησιά του Β. Αιγαίου το κλίμα είναι ηπειρωτικό προς χερσαίο και στα Δωδεκάνησα εύκρατο θαλάσσιο.

Ο χειμώνας διαρκεί περίπου μέχρι τον Μάρτιο. Η άνοιξη έχει μικρή διάρκεια και από τα τέλη Μαρτίου ξεκινάει μία μείωση των βροχοπτώσεων. Ο Μάιος συνήθως είναι ο μήνας όπου η ζέστη θυμίζει καλοκαίρι. Το καλοκαίρι είναι θερμό και κατά περιόδους εμφανίζονται διαστήματα καύσωνα. Το φθινόπωρο έχει μέσες θερμοκρασίες υψηλότερες από την άνοιξη και τα πρωτοβρόχια εμφανίζονται Σεπτέμβριο με Οκτώβριο. (Τράπεζα της Ελλάδος, 2011)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κλίμα και ο καιρός αποτελούν δύο κρίσιμους παράγοντες της ανθρώπινης ανάπτυξης και εξέλιξης. Η εξάρτηση του ανθρώπου από τις κλιματολογικές συνθήκες ξεκίνησε από τα πρώτα βήματα της ανθρώπινης ιστορίας, από την εποχή της συνεχής μετακίνησης των νομαδικών φυλών μέχρι την ίδρυση των γεωργικών πολιτισμών της Αιγύπτου, της Μεσοποταμίας και της Κίνας. Η επιβίωση και η δυνατότητα εγκατάστασης σε ένα μέρος είχαν άμεση εξάρτηση με τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς που το κλίμα προσέφερε (Jones και Webb, 2010). Η έλευση της Βιομηχανικής Εποχής σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη αυξανόμενη εξάρτηση του ανθρώπου από τα ορυκτά καύσιμα, την εκτεταμένη εξάλειψη των δασών και τη συχνή χρήση αγροχημικών σκευασμάτων (φυτοφάρμακα, λιπάσματα), σημείωσε μια αργή, αλλά σταθερή, μετατόπιση της μέσης θερμοκρασίας της γης προς τα πάνω, ένα φαινόμενο γνωστό ως "υπερθέρμανση του πλανήτη". (Mozell & Thach, 2014)

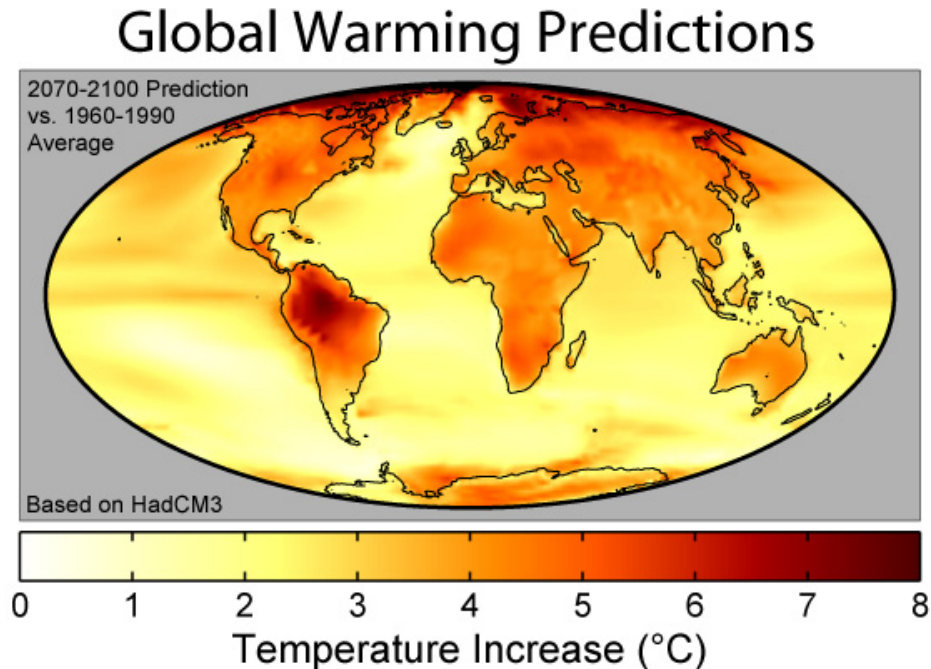
Η επιστημονική κοινότητα, στην πλειοψηφία της, αποδέχεται και επιρρίπτει ευθύνες για την παγκόσμια κλιματική αλλαγή στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Από τη δεκαετία 1970- 1980 μέχρι σήμερα έχει παρατηρηθεί ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την κλιματική αλλαγή. Η αύξηση της επιστημονικής βιβλιογραφίας και της ερευνητικής δραστηριότητας των τελευταίων δεκαετιών αποδεικνύει τον προβληματισμό των ειδικών (IPPC, 2020).

Με τον όρο κλιματική μεταβολή αναφέρεται κανείς στην αύξηση της θερμοκρασίας και στα κλιματικά φαινόμενα που σχετίζονται με αυτή και προκαλούν είτε βραχυπρόθεσμες μεταβολές στο κλίμα όπως ακραία φαινόμενα είτε μακροπρόθεσμες μεταβολές στις μέσες κλιματικές συνθήκες. (Hiepe & Ramasary, 2009)

2.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΛΙΜΑ

2.2.1 ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΠΛΑΝΗΤΗ

Ως υπερθέρμανση του πλανήτη ορίζεται η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης. Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε στην άνοδος της θερμοκρασίας τόσο της ατμόσφαιρας όσο και των ωκεανών. Από τις αρχές του εικοστού αιώνα, η μέση παγκόσμια θερμοκρασία έχει παρουσιάσει αύξηση που αγγίζει περίπου τα 1,41 F (0,78°C), με περίπου τα δύο τρίτα αυτής της αύξησης να έχουν λάβει χώρα την περίοδο 1960-2013 (IPCC, 2013). Αν και οι προβλέψεις ποικίλλουν σημαντικά, η IPCC (Διακυβερνητική Ομάδα για την Κλιματική Αλλαγή) πιστεύει ότι κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα η μέση παγκόσμια θερμοκρασία έχει μια δυνητική αύξηση ακόμη και κατά 11,51 F (6,39°C). Με μετριασμό αυτή η άνοδος θα μπορούσε να μειωθεί σε 2° F (1,11°C). Ωστόσο, ακόμη με αυτή τη χαμηλότερη άνοδο, ο πλανήτης κινδυνεύει να αντιμετωπίσει σοβαρά, αν όχι καταστροφικά, αποτελέσματα. (Mozell & Thach, 2014)

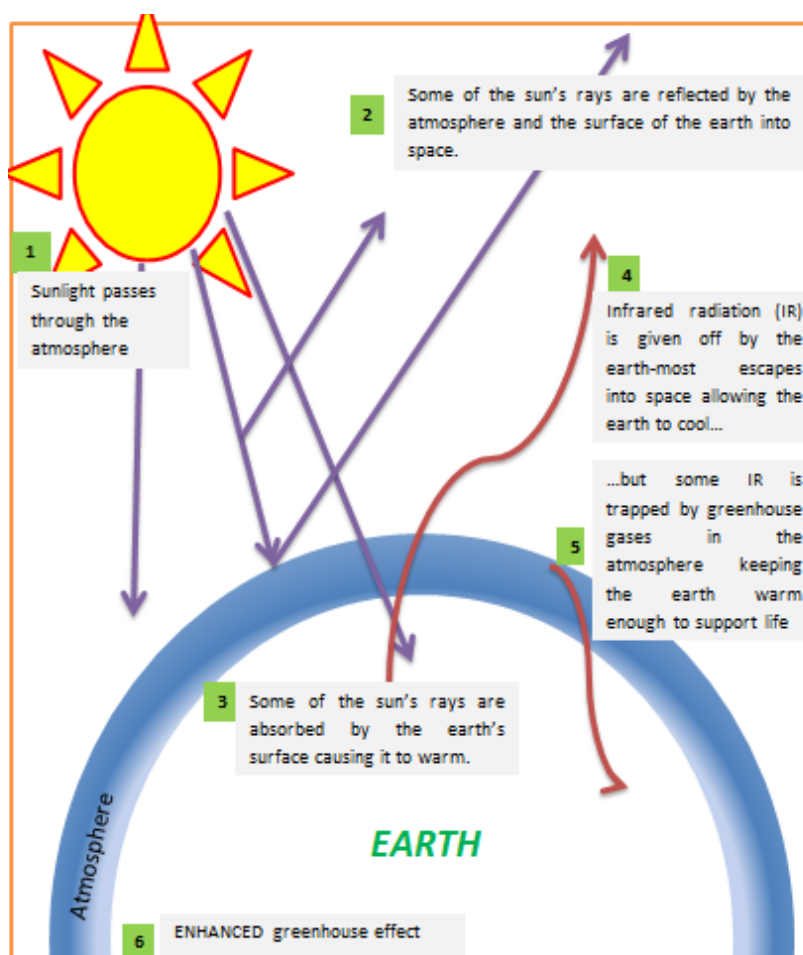


Εικόνα 2.1 : Μέση αύξηση θερμοκρασία ως το 2100 σύμφωνα το μοντέλο πρόβλεψη HadCM3

Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Global_Warming_Predictions_Map.jpg(under the [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license)

2.2.1 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Μία από τις κυριότερες αιτίες υπερθέρμανσης του πλανήτη έχει θεωρηθεί ότι είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πρόκειται για ένα φυσικό φαινόμενο, μία διαδικασία η οποία συντελείται στην ατμόσφαιρα της γης και βοηθάει στη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι υπεύθυνο για την διατήρηση της μέσης θερμοκρασίας της γης περίπου στους 15°C και η απουσία του θα συνεπαγόταν τη πτώση της μέσης θερμοκρασίας περίπου στους -20°C.



Εικόνα 2.2 : Το «φαινόμενο του θερμοκηπίου»

Πηγή : Βασισμένο σε Scotland's, environment, 2020

Η εικόνα 2.2, δείχνει τη λειτουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της γης (1). Ένα μέρος της

απορροφάται από την επιφάνεια της, με αποτέλεσμα η επιφάνεια να θερμαίνεται (3), ενώ ένα άλλο μέρος ανακλάται από την επιφάνεια απευθείας πίσω στο διάστημα (2). Επίσης, η γη εκπέμπει ενέργεια στο διάστημα με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας εξέρχεται από την ατμόσφαιρα. Η εκπομπή αυτή της ενέργειας επιτρέπει στον πλανήτη να αποβάλλει θερμότητα και να ψύχεται (4). Ένα μέρος της υπέρυθρης όμως ακτινοβολίας εγκλωβίζεται από τα αέρια του θερμοκηπίου που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) και τα φθοριούχα αέρια (F- Gases). Η εγκλωβισμένη αυτή ακτινοβολία διατηρεί τη γη θερμή και κατάλληλη για να φιλοξενήσει έμβιους οργανισμούς (5). (Scotland's, environment, 2020)

Η αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου οδηγεί σε εγκλωβισμό μεγαλύτερης ποσότητας ακτινοβολίας από την αναμενομένη, γεγονός που οδηγεί σε αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης, τόσο της επιφάνειας όσο και της ατμόσφαιρας. Αυτή η θερμοκρασιακή άνοδος καλείται «φαινόμενο του θερμοκηπίου» και συσχετίζεται άμεσα με την υπερθέρμανση του πλανήτη (6). (Scotland's, environment, 2020)

2.2.2 ΑΕΡΙΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Τα κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου που βρίσκονται φυσικά στην ατμόσφαιρα είναι (Venkataramanan & Smitha, 2011):

- Οι υδρατμοί (H₂O) (δεν περιλαμβάνονται τα σύννεφα), θεωρείται ότι προκαλούν 36-70% το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), υπεύθυνο κατά 9-26%
- Το μεθάνιο (CH₄), υπεύθυνο κατά 4-9%
- Το όζον (O₃), υπεύθυνο για το 3-7%

Σημειώνεται ότι δεν είναι δυνατόν να δοθεί ένα ορισμένο και ακριβές ποσοστό για την υπευθυνότητα ενός αερίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς η επίδραση κάθε αερίου δεν επιδρά απλά προσθετικά με τις επιδράσεις που ασκούν τα υπόλοιπα αέρια. (Venkataramanan & Smitha, 2011)

Άλλα αέρια θερμοκηπίου είναι η αιθάλη, το εξαφθοριούχο θείο, το οξείδιο του αζώτου και οι χλωροφθοράνθρακες. (Venkataramanan & Smitha, 2011).

Σχεδόν 100% της παρατηρούμενης αύξησης της θερμοκρασίας των τελευταίων 50 ετών οφείλεται στην αύξηση της ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης των υδρατμών, του διοξειδίου του άνθρακα, του μεθανίου και του όζοντος (Venkataramanan & Smitha, 2011; IPCC, 2013).

2.2.3 ΑΙΤΙΑ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΠΛΑΝΗΤΗ

Η αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αποτελεί, όπως αναφέρθηκε, το κύριο αίτιο για την υπερθέρμανση του πλανήτη. Παράλληλα όμως είναι και ένα φαινόμενο το οποίο το ίδιο έχει μία σειρά πρωταρχικών παραγόντων που συνέβαλαν στη δημιουργία του, όπως είναι:

- η καύση ορυκτών καυσίμων
- η εκτεταμένη αποψίλωση των δασών
- η απώλεια φυσικών «δεξαμενών άνθρακα»
- η οξίνιση του ωκεανού
- η χρήση χώρων υγειονομικής ταφής
- η εκτροφή βοοειδών και προβάτων σε μεγάλη κλίμακα

(Mozell & Thach,2014).

2.2.3.1 ΚΑΥΣΗ ΟΡΥΚΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Η καύση των ορυκτών καυσίμων είναι ο κυριότερος παράγοντας που ευθύνεται για την αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου. Τα ορυκτά καύσιμα είναι υδρογονάνθρακες που σχηματίζονται από τα θαμμένα υπολείμματα νεκρών φυτών και ζώων. Τα υπολείμματα αυτά βρέθηκαν σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής πίεσης, στον φλοιό της γης για εκατομμύρια χρόνια και μετατράπηκαν σε αργό πετρέλαιο, άνθρακα, φυσικό αέριο ή γαιάνθρακες (National Geographic,nd) . Σύμφωνα με το IPCC (2013) η καύση ορυκτών καυσίμων θεωρείται ότι είναι υπεύθυνη περίπου για τα τρία τέταρτα της αύξησης του CO₂ που οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα τα τελευταία

είκοσι χρόνια, αλλά και για την αύξηση αερίων ρύπων όπως η αιθάλη. Επιπλέον, η καύση άνθρακα, κυρίως για τη δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας, συνέβαλε στο 43% των συνολικών εκπομπών αερίων, το πετρέλαιο, για θέρμανση, συνέβαλε στο 34%, η βενζίνη, κυρίως για μεταφορά, 18% · και το υπόλοιπο οφείλεται σε διάφορους παράγοντες (IPPC, 2013).

2.2.3.2 ΑΠΟΨΙΛΩΣΗ ΔΑΣΩΝ

Η αποψίλωση των δασών είναι ένας άλλος ισχυρός συντελεστής που συνέβαλε στην αύξηση του ατμοσφαιρικού CO₂. Όλα τα φυτά περιέχουν ενώσεις του C και, ως εκ τούτου, όταν πεθαίνουν, αποσυντίθενται, απελευθερώνοντας CO₂ στην ατμόσφαιρα. Η μεγάλης κλίμακας απομάκρυνση της υπάρχουσας δασικής έκτασης, ιδίως από χώρες του τρίτου κόσμου, για τη γεωργία απελευθερώνει τεράστιες ποσότητες αποθηκευμένου άνθρακα (Venkataramanan, 2011; Mozell & Thach, 2014). Επίσης, τα δέντρα απορροφώντας διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και μετατρέποντας το σε οξυγόνο, μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, αποτελούν ένα ρυθμιστικό παράγοντα του κλίματος του πλανήτη. Όταν ο αριθμός τους μειώνεται σημαντικά, μεγαλύτερη ποσότητα CO₂ παραμένει αδέσμευτο. (European Commission, nd)

2.2.3.3 ΑΠΩΛΕΙΑ ΦΥΣΙΚΩΝ «ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ»

Καθώς η θερμοκρασία της Γης αυξάνεται, ακόμη και ελαφρώς, συμβαίνει ένα άλλο γεγονός: η απώλεια «δεξαμενών άνθρακα». Με τον όρο φυσικές δεξαμενές ή συλλέκτες άνθρακα νοούνται τα φυσικά συστήματα, όπως η αρκτική τούνδρα, τα κοιτάσματα τύρφης¹ και το φυτοπλαγκτόν του ωκεανού, που αποθηκεύουν άνθρακα για χιλιάδες χρόνια. Η τούνδρα και η τύρφη είναι ευάλωτες σε ελαφρά αύξηση της θερμοκρασίας. Ο θάνατός τους και η αποσύνθεσή τους θα απελευθερώσουν ακόμη περισσότερο CO₂. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Venkataramanan (2011), ο μεγαλύτερος συλλέκτης άνθρακα είναι τα αποθέματα φυτοπλαγκτού των ωκεανών, κρατώντας 50 φορές περισσότερο άνθρακα από την ατμόσφαιρα. (Venkataramanan, 2011; Mozell & Thach, 2014)

¹ Τύρφη: γαιάνθρακας με περιεκτικότητα σε άνθρακα ως 50%

2.2.3.4 ΟΞΙΝΙΣΗ ΩΚΕΑΝΩΝ

Ο ωκεανός έχει την ικανότητα να απορροφά μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) με τον εξής τρόπο: το CO_2 διαλύεται και αντιδρά με το θαλασσινό νερό προς σχηματισμό μονόξινου ανθρακικού ανιόντος HCO_3^- και πρωτονίων (H^+). Πάνω από χιλιάδες χρόνια, οι αλλαγές στο pH έχουν ρυθμιστεί από βάσεις, όπως ανθρακικά ιόντα CO_3^{2-} . Ωστόσο, ο ρυθμός με τον οποίο το CO_2 σήμερα απορροφάται στον ωκεανό είναι πολύ γρήγορος για να αποθηκευτεί επαρκώς ώστε να αποφευχθούν ουσιαστικές αλλαγές στο pH του ωκεανού. Κατά συνέπεια, οι σχετικές συγκεντρώσεις CO_2 , HCO_3^- , CO_3^{2-} του θαλασσινού νερού έχουν αλλάξει οπότε και το pH έχει αλλάξει. Από τους προϊστορικούς χρόνους, το pH των ωκεανών έχει μειωθεί σε παγκόσμιο μέσο όρο κατά 0,1. Σήμερα, οι προβλέψεις δείχνουν ότι μέχρι το τέλος του 21^{ου} αιώνα αναμένεται μία πτώση του pH στο καλύτερο σενάριο 0,06-0,07 και στο χειρότερο 0,30-0,32 μονάδες. Στο τελευταίο σενάριο μάλιστα προβλέπεται ότι μέχρι το 2300, η πτώση του pH θα έχει αγγίξει τις 0,7 μονάδες. Υπολογίζεται ότι θα απαιτηθούν σχεδόν 10.000 χρόνια για να καταφέρει ο ωκεανός να ρυθμίσει το pH του μέσω εξουδετέρωσης από ιζήματα ανθρακικού ασβεστίου και να αναστρέψει τη διαδικασία και όταν τελικά θα το πετύχει η νέα τιμή θα είναι χαμηλότερη από την επικρατούσα σήμερα. (Turley & Findlay, 2016)

Η πτώση του pH των ωκεανών μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση του φυτοπλαγκτόν, που όπως αναφέρθηκε είναι μία από τις σημαντικότερες αν όχι η σημαντικότερη δεξαμενή άνθρακα. Η μείωση αυτή του φυτοπλαγκτόν μπορεί να οδηγήσει σε μία δυνητικά κατακλυσμική απελευθέρωση CO_2 καθώς μέρος των αποθεμάτων του φυτοπλαγκτόν θα αποσυντίθεται. (Mozell & Thach, 2014)

2.2.3.5 ΧΩΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΚΑΙ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ

Το μεθάνιο είναι ένα αέριο του θερμοκηπίου το οποίο απελευθερώνεται από οικόσιτα ζώα και από χώρους υγειονομικής ταφής. Έχει μεγάλη ικανότητα παγίδευσης θερμότητας, πιο συγκεκριμένα ένα μόριο μεθανίου παράγει πάνω από είκοσι φορές τη θερμότητα που παράγει ένα μόριο του CO_2 . (Mozell & Thach, 2014)

2.2 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ

2.2.1 ΤΗΞΗ ΠΑΓΩΝ ΚΑΙ ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

Η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι ένα φαινόμενο το οποίο προκαλεί αλυσιδωτά και άλλα φαινόμενα – επιπτώσεις στην επιφάνεια του πλανήτη. Η άνοδος της θερμοκρασίας οδηγεί στη τήξη των πάγων των αρκτικών κύκλων αλλά και των παγετώνων. Ο όγκος του νερού που ελευθερώνεται προκαλεί την άνοδο της στάθμης της θάλασσας με αποτέλεσμα παράκτιες περιοχές να κινδυνεύουν είτε από πλημμύρες είτε από διάβρωση των ακτών (Europan Commission-ηββ).

2.2.2 ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Η συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων όπως έντονες βροχοπτώσεις, ισχυροί καύσωνες, χαλαζοπτώσεις, δυνατοί άνεμοι αυξάνεται συνεχώς. Είναι όλο και πιο συνηθισμένο να έρχεται ο άνθρωπος αντιμέτωπος με πλημμύρες, ενώ η ποιότητα του ύδατος υποβαθμίζεται συνεχώς και οι υδάτινοι πόροι, σε αρκετές περιοχές, υποβαθμίζονται σημαντικά (Europan Commission).

2.2.3 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

Η κλιματική αλλαγή έχει οδηγήσει στην εμφάνιση μεγαλύτερων περιόδων καύσωνα κατά τη διάρκεια των οποίων επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες, από αυτές που κάθε περιοχή είχε συνηθίσει. Σε πολλές περιοχές, οι καύσωνες έχουν οδηγήσει σε αυξημένο αριθμό θυμάτων που σχετίζονται με αυτούς, ενώ ταυτόχρονα στις ίδιες ή άλλες περιοχές του πλανήτη, η μέση άνοδος της ετήσιας θερμοκρασίας έχει προκαλέσει τη μείωση των θανάτων που οφείλονται στο κρύο (Europan Commission).

Επίσης, μία ακόμη επίπτωση στην υγεία του ανθρώπου είναι ότι παρουσιάζονται μεταβολές στον τρόπο που κατανέμονται ορισμένες ασθένειες που έχουν ως τρόπο μετάδοσης το νερό (Europan Commission).

2.2.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

Η μεταβολή του κλίματος όπως ήδη αναφέρθηκε προκαλεί υλικές ζημιές σε ανθρώπινες κατασκευές και υποδομές. Σε συνδυασμό με τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, το οικονομικό και κοινωνικό κόστος είναι υψηλό (Europan Commission).

Κατά τη χρονική περίοδο 1980-2011, σχεδόν 5,5 εκατομμύρια άνθρωποι επλήγησαν από τις πλημμύρες και οι ζημιές υπερέβησαν το ποσό των 90 δις. ευρώ (Europan Commission).

Σε πολλές χώρες, οι τομείς που έχουν άμεση εξάρτηση με τη θερμοκρασία και με τις βροχοπτώσεις αντιμετωπίζουν προβλήματα και ένα αβέβαιο μέλλον , όπως η γεωργία, η δασοκομία, η ενέργεια αλλά και ο τουρισμός (Europan Commission).

2.2.5 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΓΡΙΑ ΠΑΝΙΔΑ ΚΑΙ ΧΛΩΡΙΔΑ

Ζώα και φυτά τα οποία μέχρι πρόσφατα ζούσαν και ευδοκίμουν σε συγκεκριμένες περιοχές του πλανήτη, αντιμετωπίζουν λόγω της κλιματικής αλλαγής έντονα προβλήματα. Πολλά είδη φυτών και ζώων έχουν μεταναστεύσει σε περιοχές πιο κοντά στους πόλους, αναζητώντας τις συνθήκες εκείνες που είναι κατάλληλες για την επιβίωσή τους. Ορισμένα άλλα είδη κινδυνεύουν να εξαφανιστούν, εάν το φαινόμενο της υπερθέρμανσης συνεχιστεί (Europan Commission).

2.2.6 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ

Οι χώρες που πλήττονται σε πιο μεγάλο βαθμό από την κλιματική αλλαγή είναι οι λεγόμενες αναπτυσσόμενες. Πρόκειται για κράτη με μικρή οικονομική δύναμη. Ο πληθυσμός τους συνήθως εξαρτάται από τη φύση και δεν υπάρχουν οι πόροι που απαιτούνται ώστε να ληφθούν εκτεταμένα μέτρα προστασίας (Europan Commission).

2.2.7 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η κλιματική αλλαγή προβλέπεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στον ευρωπαϊκό χώρο. Σύμφωνα με στοιχεία του ESPON (Ευρωπαϊκό Δίκτυο Παρακολούθησης για την εδαφική ανάπτυξη και συνοχή), η δυνητική επίδραση της κλιματικής αλλαγής είναι πιο έντονη στην Ιβηρική Χερσόνησο, στην Ιταλία και στα ανατολικά Βαλκάνια. Μεγάλοι οικισμοί και τουριστικά θέρετρα κατά μήκος των ακτών φαίνεται να αναμένεται ότι θα αντιμετωπίσουν το μεγαλύτερο κίνδυνο (ESPON, 2012).

Οι μεσογειακές περιοχές σήμερα αντιμετωπίζουν όλο και πιο έντονα το πρόβλημα της λειψυδρίας, γεγονός που συνεπάγεται ότι εντείνεται ο κίνδυνος για ξηρασία και ανεξέλεγκτες πυρκαγιές. Επίσης, ορισμένες από τις χώρες της Βόρειας Ευρώπης αντιμετωπίζουν έντονες βροχοπτώσεις που οδηγούν σε πλημμύρες, ειδικά κατά την περίοδο του χειμώνα (Europan Commission).

Πολλές περιοχές της Κεντρικής, Ανατολικής και Βόρειας Ευρώπης δεν αναμένεται να επηρεαστούν σημαντικά από την κλιματική αλλαγή. Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα αναμένεται να παρουσιαστούν και θετικές επιπτώσεις (ESPON, 2012).

Η προσαρμοστική ικανότητα των περιφερειών της Ευρώπης, σύμφωνα με τα στοιχεία του ESPON δείχνει μία ανεστραμμένη εικόνα. Οι περιφέρειες της Βόρειας και Κεντρικής Ευρώπης έχουν καλύτερη προσαρμοστική ικανότητα στην κλιματική αλλαγή από τις περιφέρειες της Νότιας Ευρώπης. Γενικά, οι περιοχές που στηρίζονται περισσότερο στην αγροτική οικονομία είναι λιγότερο προσαρμοστικές (ESPON, 2012).

Οι Ciscar et al (2011) έκαναν μία προσπάθεια να ποσοτικοποιήσουν τις πιθανές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη σε τέσσερις τομείς της αγοράς (γεωργία, πλημμύρες ποταμών και παράκτιων περιοχών, τουρισμό) και την ανθρώπινη υγεία. Σε μία προσπάθεια να διαμορφώσουν ένα πλαίσιο οικονομικής μοντελοποίησης των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής, συνδύασαν κλιματικά μοντέλα πρόβλεψης με φυσικά μοντέλα. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μέχρι το 2080, η ετήσια απώλεια της ευημερίας των νοικοκυριών της Ευρωπαϊκής Ένωσης που οφείλεται στους τέσσερις τομείς της αγοράς κυμαίνεται από 0,2-1%. Επίσης, αν η απώλεια κοινωνικής πρόνοιας θεωρείται σταθερή με την πάροδο του χρόνου, η κλιματική αλλαγή μπορεί να οδηγήσει σε μείωση κατά

το ήμισυ του ρυθμού ετήσιας αύξησης και ευημερίας της ΕΕ. Οι συνέπειες παρουσίασαν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των ευρωπαϊκών περιοχών. Η Νότια Ευρώπη, τα Βρετανικά Νησιά και η Βόρεια Κεντρική Ευρώπη φαίνεται να είναι πιο ευαίσθητα στην αλλαγή του κλίματος. Η Βόρεια Ευρώπη από την άλλη πλευρά είναι η μόνη περιοχή που αναμένεται να έχει καθαρά οικονομικά οφέλη λόγω θετικών επιδράσεων στη γεωργία (Ciscar et al, 2011)

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα ζήτημα που απασχολεί την πολιτική και περιβαλλοντική ατζέντα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) από τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναπτύξει ένα από τα πιο προηγμένα και περιεκτικά πλαίσια σε παγκόσμιο επίπεδο, που περιλαμβάνει πολιτικές και στόχους που κάθε κράτος μέλος οφείλει να ακολουθήσει και να πετύχει, αντίστοιχα. Για παράδειγμα η οδηγία 2003/87/ΕΚ αποτελεί μία προσπάθεια να μειωθούν οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που θεωρούνται σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνες για την κλιματική αλλαγή. Πρόκειται για μία οδηγία που αφορά κάθε μονάδα που παράγει ενέργεια, βιομηχανίες ενεργοβόρες, τα αεροσκάφη που κάνουν πτήσεις εντός ΕΕ και επιβάλλει «ανώτατο όριο», δηλαδή περιορίζει την εκπομπή ορισμένων αερίων θερμοκηπίου. Τα όρια αυτά μειώνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε μακροπρόθεσμα το φαινόμενο του θερμοκηπίου να περιοριστεί. Επιτρέπεται η εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών (Οδηγία 2003/87/ΕΚ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΝ ΑΜΠΕΛΟΟΙΝΙΚΟ ΤΟΜΕΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

3.1.1 Καλλιεργούμενη έκταση με αμπέλια

Το 2019, η έκταση της γης η οποία καλύπτεται από αμπελλοκαλλιέργειες, εκτιμήθηκε από τον OIV (International Organisation of Vine and Wine), στα 7,4mha (εκατομμύρια εκτάρια: $1 \text{ mha} = 10^6 \text{ ha} = 2,471 \cdot 10^9$ στρέμματα). Στην έκταση αυτή περιλαμβάνονται όλοι οι αμπελώνες, ανεξάρτητα αν τα παραγόμενα σταφύλια προορίζονται για οινοποίηση, επιτραπέζια σταφύλια ή σταφίδες, ενώ συμπεριλαμβάνονται και τα νεαρά φυτά που δεν έχουν ξεκινήσει ακόμη να παράγουν καρπό. Κατά την περίοδο 2000-2019, σημειώνεται μία μείωση της παγκόσμιας έκτασης με αμπελώνες. Παρατηρείται μία μείωση της καλλιεργούμενης έκτασης κατά το 2015, η οποία οφείλεται σε μείωση της επιφάνειας των αμπελώνων σε χώρες όπως η Κίνα, η Τουρκία, το Ιράν, οι ΗΠΑ και η Πορτογαλία. Κατά τα έτη 2016-2019 παρουσιάζεται σταθεροποίηση της παγκόσμιας έκτασης που κρύβει όμως ετερογενείς εξελίξεις σε διάφορες περιοχές του κόσμου (OIV, 2020).

3.1.2 Τάσεις στις κύριες αμπελουργικές χώρες

Οι αμπελώνες των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρουσιάζουν σταθερή έκταση και καταλαμβάνουν περίπου 3,2 mha. Αν και κάποια παλιά αμπέλια εκριζώνονται, νέα φυτεύονται. Για το 2019, παρατηρήθηκε αύξηση της έκτασης των αμπελώνων στη Γαλλία (794 kha), στην Ιταλία (708 kha), στην Πορτογαλία (195 kha) και στη Βουλγαρία (67 kha). Αντίθετα, η επιφάνεια του αμπελώνα στην Ισπανία (966 kha), στην Ουγγαρία (69 kha) και στην Αυστρία (48 kha) μειώθηκε ελαφρά σε σχέση με το 2018. Παρατηρήθηκε σταθεροποίηση στη Ρουμανία (191 kha) και στη Γερμανία (103 kha). (OIV, 2020).

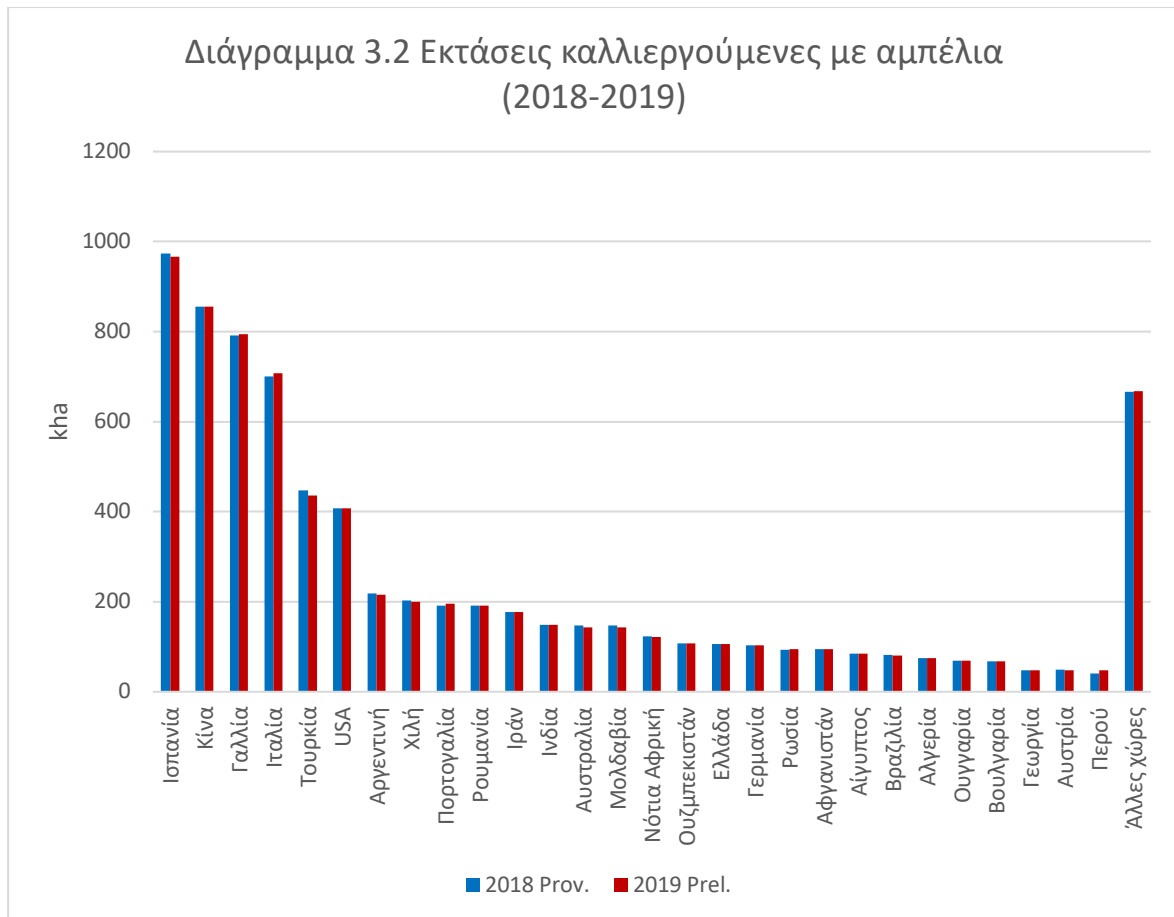
Στην Ανατολική Ευρώπη, η Ρωσία παρουσίασε αύξηση της έκτασης των αμπελώνων της κατά 1,2 kha το 2019, φτάνοντας τα 95 kha. Η Μολδαβία, η οποία ακολουθεί μια διαδικασία αναδιάρθρωσης και μετατροπής του αμπελώνα της σημείωσε μείωση της καλλιεργούμενης έκτασης κατά 2,8% σε σχέση με το 2018, καλύπτοντας 143 kha (OIV, 2020).

Στην Ανατολική Ασία, στην Κίνα, μετά από πάνω από 10 χρόνια σημαντικής επέκτασης, φαίνεται να σταθεροποιείται η έκταση που καλλιεργείται με αμπέλια (855 kha). Η έκταση αυτή στην Κίνα είναι η δεύτερη μεγαλύτερη σε παγκόσμιο επίπεδο, ακριβώς πίσω από την Ισπανία (OIV, 2020).

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η έκταση που καλλιεργείται με αμπέλια, μειώνεται σταθερά από το 2014 και η εκτιμώμενη έκταση το 2019 είναι 408 kha. Καθώς τα τελευταία χρόνια τίθεται ζήτημα υπερπροσφοράς σταφυλιών, ορισμένοι αμπελώνες έχουν μετατραπεί σε άλλες καλλιέργειες, όπως αμύγδαλα και φιστίκια. (OIV, 2020).

Στη Νότια Αμερική, οι εξελίξεις στην επιφάνεια του αμπελώνα μεταξύ 2018 και 2019 έδειξαν πτωτική τάση για τέταρτη συνεχή χρονιά. Η χώρα της Νότιας Αμερικής με την μεγαλύτερη καλλιεργήσιμη έκταση με αμπελιών είναι η Αργεντινή, η οποία συνέχισε την πτώση της που ξεκίνησε το 2014, φτάνοντας τα 215 kha (-3,0 kha / 2018). Ομοίως, η Χιλή μείωσε ελαφρά την επιφάνεια της αμπελοκαλλιέργειάς της, η οποία εκτιμάται στα 200 kha το 2019. Επίσης, η Βραζιλία συνέχισε την μείωση της καλλιεργήσιμης επιφάνειας με αμπέλια και το 2019 έφθασε στα 81 kha (-0,2 kha / 2018). Η μόνη εξαίρεση στην ήπειρο, παρουσιάστηκε από το Περού που η έκταση της αμπελοκαλλιέργειας αυξήθηκε κατά 7,1 kha (+ 17% / 2018) φτάνοντας τα 48 kha. (OIV, 2020).

Στην Αυστραλία η έκταση που καλλιεργείται με αμπέλια παρέμεινε σταθερή στα 146 kha το 2019, ενώ στη Νέα Ζηλανδία η επιφάνεια αυξήθηκε κατά 1,6% φθάνοντας σε ρεκόρ ύψους 39 kha. (OIV, 2020).



Διάγραμμα 3.1: Εκτάσεις καλλιεργούμενες με αμπέλια (2018-2019)

Πηγή: Στοιχεία από Πηγή :ΟΙV, 2020

Περίπου 10.000 ποικιλίες αμπέλου είναι διαθέσιμες για καλλιέργεια στον κόσμο. Από αυτές, 13 ποικιλίες καλλιεργούνται σε περισσότερο από το ένα τρίτο της παγκόσμιας αμπελουργικής έκτασης, ενώ το 50% της έκτασης καλλιεργείται από 33 ποικιλίες. Ορισμένες ποικιλίες που καλλιεργούνται σε πολλές χώρες ονομάζονται διεθνείς ποικιλίες. Για παράδειγμα, η ποικιλία Cabernet-Sauvignon καλλιεργείται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 5% της καλλιεργούμενης έκτασης σε παγκόσμιο επίπεδο. Πολλές χώρες στον κόσμο εξειδικεύονται στην παραγωγή κρασιού, όπως η Ιταλία, η Γαλλία, η Ισπανία και η Αργεντινή, ενώ μερικές χώρες, όπως η Κίνα, η Ινδία και η Τουρκία, εστιάζουν περισσότερο στα επιτραπέζια και στις σταφίδες (Venkitasamy et al, 2019)

3.1.3 Αμπελουργικές Terroir

Οι περιοχές στις οποίες παράγονται οίνοι ποιότητας χαρακτηρίζονται από ένα ιδιαίτερο φυσικό περιβάλλον, το οποίο διαμορφώνεται από τις ιδιαίτερες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες, αλλά και τον ανθρώπινο παράγοντα, που αποφασίζει για τη καλλιέργεια της αμπέλου και εφαρμόζει τις αμπελουργικές πρακτικές. Σύμφωνα με τον Carbonneau (*Ecophysiology de la vigne et terroir*, 2003, pp. 61-102), τα κλιματικά χαρακτηριστικά μιας δεδομένης αμπελουργικής περιοχής είναι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν την καταλληλότητα της ποικιλίας και τους τύπους και τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων οίνων. Το έδαφος μίας δεδομένης γεωγραφικής περιοχής έχει, επίσης, κεντρικό ρόλο στην αμπελουργία ενώ, οι ιδιότητες του επηρεάζονται από τις κλιματικές συνθήκες και αλλαγές. Οι διαφορετικές ποικιλίες αμπέλου έχουν διαφορετικές εδαφικές προτιμήσεις και απαιτήσεις, γεγονός που τελικά έχει αντίκτυπο και στα χαρακτηριστικά του παραγόμενου κρασιού. Στην πραγματικότητα, οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη των φυτών και τη σύνθεση των σταφυλιών. Η σημασία αυτών των τοπικών εδαφοκλιματολογικών χαρακτηριστικών έχει αναγνωριστεί σε όλες τις οινοπαραγωγικές περιοχές και οι αμπελουργοί προσαρμόζουν συνεχώς τις τοπικές αμπελουργικές πρακτικές, σε κάποιο βαθμό εμπειρικά ή με βάση την παράδοση, για να «ταιριάζουν» καλύτερα στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο τριμελής συνδυασμός έδαφος-φυτό-ατμόσφαιρα καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα μίας αμπελοκαλλιέργειας (Santos et al., 2020).

Εκτός από πεδοκλιματικές συνθήκες, στην ανάπτυξη της αμπέλου, αλλά και στην ποσότητα και ποιότητα του σταφυλιού που παράγεται συμμετέχουν και βιοτικοί παράγοντες, όπως είναι η επίδραση που ασκούν τα παράσιτα και οι ασθένειες. Η λειτουργική βιοποικιλότητα στον αμπελώνα και οι πρακτικές γεωργικής διαχείρισης, δηλαδή, η επιλογή φυτικού υλικού, το κλάδεμα, η διαμόρφωση του φυλλώματος, το σύστημα άρδευσης, η λίπανση (Santos et al., 2020).

Το terroir είναι μία έννοια που έχει υιοθετηθεί ευρέως. Σύμφωνα με το ΟΙV (Ψήφισμα ΟΙV / VITI 333/2010) : «Το Terroir είναι μια έννοια που αναφέρεται σε έναν τομέα στον οποίο αναπτύσσεται η συλλογική γνώση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ του αναγνωρίσιμου φυσικού και βιολογικού περιβάλλοντος και των

εφαρμοσμένων αμπελουργικών και οινολογικών πρακτικών, παρέχοντας διακριτικά χαρακτηριστικά για προϊόντα που προέρχονται από αυτήν την περιοχή. Το *terroir* περιλαμβάνει συγκεκριμένα εδάφη, τοπογραφία, κλίμα, χαρακτηριστικά τοπίου και χαρακτηριστικά βιοποικιλότητας ». Ως εκ τούτου, το *terroir* επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη αμπέλου και τη σύνθεση των σταφυλιών και έχει γίνει αποδεκτό ως βασική πτυχή στον καθορισμό της ποιότητας του κρασιού και της τυπικότητας μιας δεδομένης περιοχής (Santos et al., 2020).

3.1.4 Αμπέλι και κλιματική αλλαγή

Η γεωργική δραστηριότητα έχει σαφή εξάρτηση και εγγενή σύνδεση με το κλίμα και τον καιρό. Η αμπελοκαλλιέργεια και η οινοποίηση δεν αποτελούν εξαίρεση : ο καιρός και το κλίμα αντιπροσωπεύουν βασικούς παράγοντες για την ανάπτυξη, την απόδοση και την ποιότητα των αμπέλων. Κατά συνέπεια, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να έχει ισχυρό αντίκτυπο σε αυτήν την καλλιέργεια, απειλώντας τη βιωσιμότητα του τομέα οινοποίησης. Οι πρόσφατες τάσεις στο παρελθόν δείχνουν αξιοσημείωτη αύξηση της θερμοκρασίας κατά την καλλιεργητική περίοδο, καθώς και αλλαγές σε πολλές φημισμένες περιοχές οινοποίησης παγκοσμίως. Επιπλέον, οι κλιματικές προβλέψεις δείχνουν αυξημένες συνθήκες στρες για την ανάπτυξη των αμπέλων σε μελλοντικά σενάρια.(Fraga, 2020).

Αν και τα σταφύλια καλλιεργούνται σχεδόν σε όλες τις περιοχές της γης, η εξαιρετική αμπελουργική παραγωγή που μπορεί να οδηγήσει σε βέλτιστα αμπελοοινικά προϊόντα είναι περιορισμένη σε έκταση (Mozell & Thach, 2014). Οι γηγενείς ποικιλίες αμπέλου, οι οποίες χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για οινοποίηση, έχουν μικρό γεωγραφικό εύρος καλλιέργειας και κατά συνέπεια παρουσιάζουν μεγαλύτερο κίνδυνο τόσο κατά τη βραχυπρόθεσμη κλιματική μεταβλητότητα όσο και από τις μακροπρόθεσμες κλιματικές αλλαγές σε σχέση με άλλες καλλιέργειες (Jones και Webb, 2010).

Οποιαδήποτε αλλαγή στο κλίμα και στις καιρικές συνθήκες ενδέχεται να επηρεάσει τη βιομηχανία του κρασιού. Τα σταφύλια αποτελούν ένα γεωργικό προϊόν το οποίο μαζί με τον παραγόμενο οίνο, ειδικά τον οίνο υψηλής ποιότητας, είναι σημαντικές συνιστώσες της οικονομικής δραστηριότητας του ανθρώπου (Mozell & Thach, 2014). Η μεταβολή των κλιματολογικών συνθηκών, χωρίς τη λήψη κατάλληλων μέτρων, ενδέχεται να επηρεάσει σημαντικά την καλλιέργεια της

αμπέλου, την ποιότητα της παραγόμενης πρώτης ύλης άρα και τις οικονομικές απολαβές των καλλιεργητών. Παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία και η βροχόπτωση μπορούν να έχουν μεγάλη επίδραση στη φαινολογία, τις αποδόσεις της αμπέλου και την ποιότητα και τα χαρακτηριστικά των καρπών (Fraga, 2020).

Η κλιματική αλλαγή έχει αντίκτυπο σε διάφορα σημεία της παγκόσμιας παραγωγής κρασιού όπως είναι (Mozell & Thach, 2014):

(1) η μετατόπιση των αμπελοκαλλιεργητικών περιοχών

(2) η μεταβολή της χημικής σύστασης των σταφυλιών που επηρεάζει και την ποιότητα του κρασιού

(3) η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η οποία συνεπάγεται απώλεια μέρους της καλλιεργήσιμης έκτασης του αμπελιού

(4) η αύξηση των εντόμων και των ασθενειών που αυτά προκαλούν

(5) η αλλαγή στην ποιότητα της βελανιδιάς, άρα και στον οργανοληπτικό χαρακτήρα του οίνου που υφίσταται παλαίωση

3.2.1 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Οι οινοπαραγωγικές περιοχές στον πλανήτη βρίσκονται μεταξύ του 30° και 50° παράλληλου, τόσο στο νότιο όσο και στο βόρειο ημισφαίριο (εικόνα 3.1). Για τη ακρίβεια στο Βόρειο Ημισφαίριο η πλειονότητα των αμπελουργικών ζωνών είναι μεταξύ 35^{ου} και 50^{ου} παράλληλου ενώ στο νότιο ημισφαίριο μεταξύ 30^{ου} και 45^{ου} παράλληλου (Van Leeuwen & Darriet, 2016). Σημειώνεται ότι υπάρχουν περιοχές όπου ακόμη και εκτός αυτών των ορίων διατηρούν αμπελώνες, όπως η Σουηδία, η οποία βρίσκεται βορειότερα από τον 50^ο παράλληλο (Morrison, 2018)

Η μεταβολή του κλίματος επιδρά σημαντικά στην καλλιέργεια του αμπελιού. Η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι ένα φαινόμενο που δεν εξελίσσεται ομοιόμορφα. Παρατηρείται μεγαλύτερη θέρμανση στη ξηρά, στους πόλους από ότι στον Ισημερινό, ειδικά στο Βόρειο Ημισφαίριο της γης, μεγαλύτερη τη νύχτα από ό,τι κατά τη διάρκεια της μέρας και μεγαλύτερη το χειμώνα από ό,τι το καλοκαίρι. Οι αυξανόμενες θερμοκρασίες οδηγούν σε τήξη του πολικού πάγου, των παγετώνων και του χιονιού που βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα. Η τήξη του πάγου θα επηρεάσει τη στάθμη της θάλασσας και τα ωκεάνια ρεύματα και κατά συνέπεια θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη κλιματική αλλαγή. (Tate, 2001)

Τα κλιματικά μοντέλα προσομοίωσης που έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί για να προβλέψουν την έκταση της μελλοντικής κλιματικής αλλαγής συμφωνούν ότι θα παρουσιαστεί μείωση της βροχόπτωσης σε υποτροπικές περιοχές (μεταξύ 15^{ου} και 30^{ου} γεωγραφικού πλάτους) και αύξηση της βροχόπτωσης σε πιο βόρεια γεωγραφικά πλάτη και τον ισημερινό.

Επιπλέον, η μεταβολή των καιρικών συνθηκών αναμένεται να επηρεάσει τα αποθέματα και τη διάθεση γλυκού νερού καθώς ορισμένες περιοχές θα παρουσιάσουν λειψυδρία (Hannah et al., 2013). Αντίθετα, η τήξη λεπτού στρώματος πάγου στην Γροιλανδία πιθανολογείται ότι θα δημιουργήσει έναν πιο κρύο βόρειο Ατλαντικό και θα προκαλέσει ψύξη των ακτών της Βόρειας Ευρώπης, αντισταθμίζοντας τη θέρμανση του εσωτερικού του. Οι αυξανόμενες θερμοκρασίες σε παγκόσμιο επίπεδο θα έχουν εξαιρετική επίδραση στη γεωργία. Ωστόσο, λίγες καλλιέργειες είναι τόσο ευαίσθητες σε μικρές αλλαγές στο κλίμα όπως τα

σταφύλια, ειδικά τα σταφύλια που προορίζονται για εξαιρετικής ποιότητας οίνου (Hannah et al., 2013; Tate, 2001).

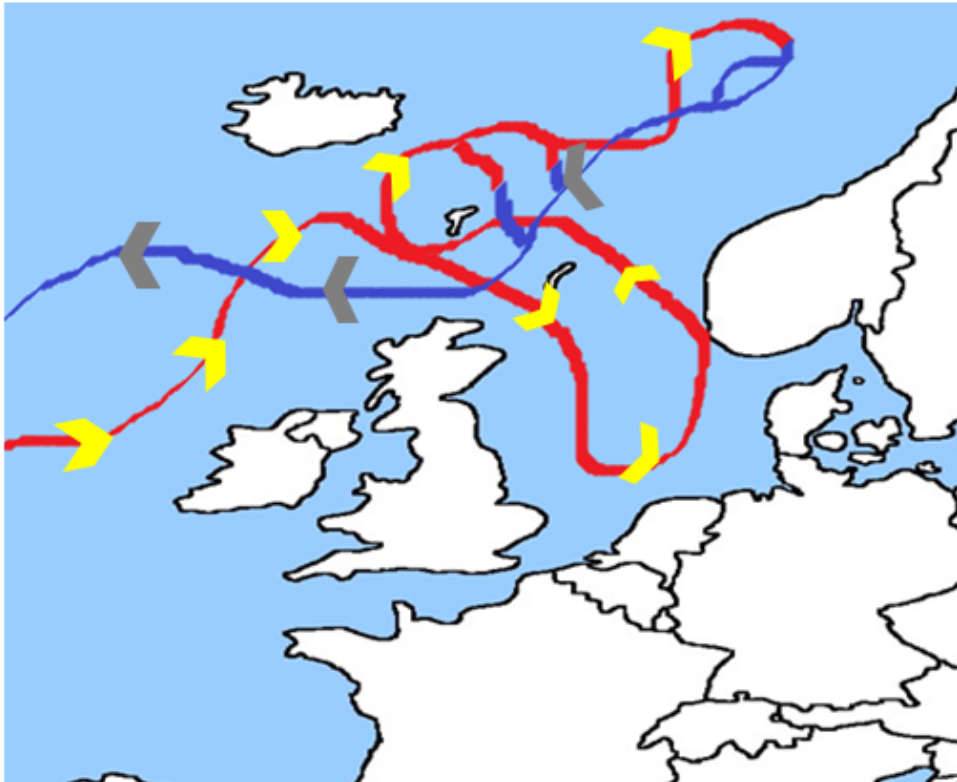
Το σύνολο των κλιματικών ζωνών της γης που θεωρούνται κατάλληλα για την καλλιέργεια σταφυλιών έχουν μέση διακύμανση θερμοκρασιών περίπου 10°C και για ορισμένες ποικιλίες, όπως το Pinot noir, το εύρος είναι ακόμη πιο στενό (2°C) (Mozell & Thach, 2014). Η Εθνική Ακαδημία Επιστημών υποστηρίζει ότι η γενική μετατόπιση των υψηλότερων θερμοκρασιών προς τους πόλους θα οδηγήσει σε «τεράστια αναταραχή στη γεωγραφική κατανομή της παραγωγής κρασιού τον επόμενο μισό αιώνα (Hannah et al., 2013).

Αν τα σενάρια για την κλιματική αλλαγή επαληθευτούν, οι ζώνες καλλιέργειας όπου παράγονται οίνοι ανωτέρας ποιότητας θα μετατοπιστούν προς τους πόλους. Πολλές αμπελουργικές περιοχές που θεωρούνται τώρα κατάλληλες για ποιοτικό οίνο, θα αποκτήσουν ασφαλή και σταθερή παραγωγή, ενώ άλλες περιοχές θα μπορούν να επεκτείνουν την επιλογή των ποικιλιών που καλλιεργούν. Ορισμένες περιοχές θα αναγκαστούν να σταματήσουν την καλλιέργεια του *vitis vinifera* ή την παραγωγή οίνων. (Tate, 2001).

Η κλιματική αλλαγή θα αλλάξει τον κόσμο του κρασιού, ιδίως όσον αφορά την επιλογή των ποικιλιών. Μέχρι το 2100, πιθανολογείται ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες κινδυνεύουν να χάσουν έως και το 81% της καλλιεργούμενης αμπελουργικής έκτασης. Στην Καλιφόρνια, η αύξηση της θερμοκρασίας και η παράλληλη μείωση του γλυκού νερού τον επόμενο μισό αιώνα μπορεί να οδηγήσουν σε τεράστια απώλεια γης, κατάλληλη για την παραγωγή σταφυλιών υψηλής ποιότητας, ειδικά στις χώρες της Νάπα και της Σάντα Μπάρμπαρα, όπου η απώλεια γης μπορεί να είναι κοντά στο 50% της τρέχουσας καλλιεργούμενης έκτασης (Mozell & Thach, 2014).

Για όσες περιοχές η παραγωγή σταφυλιών στο μέλλον δεν χαθεί εντελώς, έχουν τη δυνατότητα να καλλιεργήσουν αμπέλια περισσότερο θερμο-ανθεκτικά, αλλά συνήθως χαμηλότερης ποιότητας. Η επιλογή για πιο θερμο-ανθεκτικές ποικιλίες αμπελιού υπάρχει και για τις περιοχές της βορειοδυτικής Αμερικής όπου το κλίμα είναι πιο δροσερό, όπως το Όρεγκον, η Ουάσινγκτον και η Βρετανική Κολομβία (Mozell & Thach, 2014). Όμως σε αυτές τις περιοχές, αυτό θα μπορούσε να αποδειχθεί ως προς όφελος για την παραγωγή οίνου. Κατά ένα παράδοξο τρόπο, ορισμένες προβλέψεις περιλαμβάνουν και ένα αισιόδοξο

μήνυμα για την καταλληλότητα ορισμένων νέων περιοχών, όπως το Yellowstone και ακόμη και το Yukon (Hannah et al., 2013).



Εικόνα 3.1 : Το Gulf Stream. Οι κόκκινες ροές δείχνουν την κίνηση των θερμών ρευμάτων νερού ενώ το μπλε τη ροή του νερού που έχει ψυχθεί

Πηγή: Βασισμένο στο <https://gr.dreamstime.com/gulf-stream-ατλαντικός-ωκεανός-image114289565>

Στην Ευρώπη, ο αντίκτυπος της υπερθέρμανσης στις αμπελουργικές περιοχές θα είναι μεγάλος. Η απώλεια του Gulf Stream (Ρεύμα του κόλπου του Μεξικού) – (εικόνα 3.1) αναμένεται να οδηγήσει σε πτώση της θερμοκρασίας του Μπορντό και τμήματος της Ισπανίας, αναγκάζοντας έτσι τους καλλιεργητές σε αναφύτευση με ποικιλίες που απαιτούν χαμηλότερες θερμοκρασίες ανάπτυξης (Mozell & Thach, 2014). Ωστόσο, άλλες περιοχές πιθανολογείται ότι θα υποστούν αύξηση της θερμοκρασίας.

Η Αλσατία, για παράδειγμα, βιώνει ήδη μια μείωση της καλλιεργητικής περιόδου και μια μετατόπιση της συγκομιδής από τον Οκτώβριο έως τον Σεπτέμβριο τις τελευταίες τρεις δεκαετίες. Η Βουργουνδία μπορεί σύντομα να αρχίσει «να μοιάζει με το Μπορντό». Η Ισπανία είναι από τις χώρες όπου οι προβλέψεις θέλουν η αύξηση της θερμοκρασίας και η μείωση της διαθεσιμότητας του νερού να οδηγήσει σε αδυναμία της καλλιέργειας της αμπέλου. Στην περιοχή

Chianti, όπως αναφέρεται σε άρθρο των Wine News (2006)² της Τοσκάνης αναζητούνται ήδη σταφύλια που ωριμάζουν πολύ νωρίς και γίνονται προσπάθειες για αλλαγή των καλλιεργήσιμων ποικιλιών. Τεράστια τμήματα της Ευρώπης που βρίσκονται στις ακτές της Μεσογείου, ειδικά η Ιταλία, η Ελλάδα και η Γαλλία, ενδέχεται να αντιμετωπίσουν ακατάλληλες συνθήκες για την παραγωγή σταφυλιών έως το 2050. Η Νότια Αγγλία, αντιθέτως, θα φαίνεται ότι θα έχει τις ίδιες συνθήκες με τις συνθήκες που επικρατούν σήμερα στην Champagne, οπότε η αμπελοκαλλιέργεια μπορεί να αποκτήσει νέες προοπτικές στο έδαφος της. (Mozell & Thach, 2014).

Άλλες περιοχές στο παγκόσμιο χάρτη θα επηρεαστούν με διαφορετικούς τρόπους. Η Αυστραλία μπορεί να αντιμετωπίσει μεγάλη άνοδο της θερμοκρασίας και σημαντική μείωση των αποθεμάτων του διαθέσιμου νερού. Μια μελέτη του Πανεπιστημίου της Αδελαΐδα σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο Diderot του Παρισιού κατέληξε στο συμπέρασμα ότι έως το 2060 η Νότια Αυστραλία θα έπρεπε να βιώσει αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά 2°C και μείωση των βροχοπτώσεων κατά 30%. Αυτή η αλλαγή θα επηρεάσει την ποιότητα και την ποσότητα των παραγόμενων σταφυλιών και οίνου στην περιοχή αυτή και η προσαρμογή στις νέες συνθήκες θεωρείται δύσκολη, αν και ήδη γίνονται προσπάθειες για να αναπροσαρμοστούν οι πρακτικές. (Ecos, 2013).

Η Νέα Ζηλανδία βιώνει ήδη από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα τα πρώτα σημάδια επικείμενων αλλαγών στην καλλιέργεια των αμπελιών. Η ωρίμανση των σταφυλιών έχει αρχίσει να καθυστερεί, φθάνοντας Ιούνιο. Ωστόσο η υγρασία του Μαρτίου δρα αρνητικά ειδικά στο κόκκινο σταφύλι. Ορισμένες περιοχές μπορεί να χρειαστεί να στραφούν προς ποικιλίες που αναπτύσσονται σε περιοχές που απαιτούν υψηλότερη μέση θερμοκρασία από αυτές που συνηθίζονται. (Shanmuganathan et al., 2012).

Η Νότια Αφρική, επίσης, σύμφωνα με τα κλιματολογικά μοντέλα μπορεί, όπως και η Νέα Ζηλανδία, να χρειαστεί να οδηγηθεί σε αναφύτευση αμπελώνων με θερμοανθεκτικότερες ποικιλίες από αυτές που έχουν συνηθίσει να καλλιεργούν (Mozell & Thach, 2014).

² Wine News, 2006. Global Warming & Wine, p. 42

Η Κίνα ευνοείται σημαντικά από την κλιματική αλλαγή. Έχει τη δυνατότητα να επεκτείνει τους εγχώριους αμπελώνες σε νέες εκτάσεις (Mozell & Thach, 2014).

3.2.2 ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΚΑΙ ΑΠΩΛΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΣΙΜΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ

Μία από τις πιο σημαντικές συνέπειες της υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας. Κατά τη διάρκεια της ιστορίας της Γης, η στάθμη της θάλασσας μεταβλήθηκε σημαντικά και ποικιλοτρόπως. Οι παγετώνες άλλες χρονικές περιόδους μεγάλωσαν και άλλες υπέστησαν συρρίκνωση. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα, ειδικά τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες, η άνοδος της θερμοκρασίας της γης έχει επιταχύνει την τήξη του πολικού πάγου, του πάγου της Γροιλανδίας και των ηπειρωτικών παγετώνων σε βαθμό πέρα του φυσιολογικού (Tate, 2001; Venkataramanan, 2011; IPCC, 2013). Αν και η αρχική θέση του IPCC προέβλεπε μόνο ύψος 0,5 m, νέα δεδομένα έχουν ουσιαστικά αλλάξει αυτήν την αρχική αξιολόγηση (Tate, 2001). Η τρέχουσα διακύμανση κυμαίνεται από 0,2 m έως 2 m, με κάποια στοιχεία να δείχνουν έως και 4 m (Tate, 2001; IPCC, 2013).

Σύμφωνα με τον Tate (2001), μια αύξηση στη στάθμη της θάλασσας θα κατακλύσει μερικούς από τους μεγαλύτερους αμπελώνες του πλανήτη και τις οινοπαραγωγικές περιοχές με πλημμύρες. Σε αυτά τα μέρη που κινδυνεύουν περιλαμβάνονται τμήματα του Μπορντό, της Πορτογαλίας, της Νέας Ζηλανδίας, της περιοχής Swan της Αυστραλίας και της ονομασίας Carneros της Καλιφόρνια. Επιπρόσθετα, εκτός από τις παράκτιες πλημμύρες, αρκετοί εσωτερικοί αμπελώνες κινδυνεύουν να αντιμετωπίσουν αυξημένα επίπεδα αλατότητας στα υπόγεια ύδατα που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ανάπτυξη της αμπέλου. Ο σεισμός είναι μια άλλη απειλή, που μπορεί να προκληθεί από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Οι περιοχές οίνου που διατρέχουν κίνδυνο για αυτό είναι το Όρεγκον, η Ουάσιγκτον, η Βρετανική Κολομβία, η Χιλή, η Αργεντινή και η Νέα Ζηλανδία (Tate, 2001).

3.2.3 Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΕΝΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΑΥΤΑ

Η μεταβολή της θερμοκρασίας και της υγρασίας μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της παρουσίας εντόμων και των ασθενειών που μεταδίδονται από τα έντομα στην άμπελο. Πολλές από τις περιοχές που πιστεύεται ότι είναι ασφαλείς από ορισμένα παράσιτα λόγω των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν ενδέχεται να είναι πλέον ανοιχτές σε προσβολή και μετάδοση. Το Sharpshooter Glassy – winged είναι ένα μεγάλο έντομο, το οποίο μοιάζει με τζιτζίκι, και το οποίο μεταφέρει το βακτήριο *Xylella fastidiosa* υπεύθυνο για την εμφάνιση της νόσου του Pierce, εμφανίστηκε για πρώτη φορά στην Καλιφόρνια το 1880 και μέχρι και σήμερα προκαλεί προβλήματα στις ΗΠΑ, στις περιοχές της Καλιφόρνιας, του Τέξας και της Φλόριντας. Με την εμφάνιση υψηλότερης θερμοκρασίας σε βορειότερες περιοχές, αυτή η ασθένεια μπορεί να ταξιδέψει πιο βόρεια. (Tate, 2001).

Επίσης, η άνοδος της θερμοκρασίας πιθανολογείται ότι μπορεί να αυξήσει την ευαισθησία ενός αμπελώνα στην ευδεμίδα και το ωίδιο, δύο ασθένειες που προσβάλλουν και ταλαιπωρούν το αμπέλι και τους αμπελοκαλλιεργητές (Mozel & Thach, 2014).

Η κλιματική αλλαγή και η υπερθέρμανση του πλανήτη θα αναγκάσουν τους διαχειριστές αμπελώνων να είναι όλο και πιο προσεκτικοί στον εντοπισμό και, στη συνέχεια, στη διαχείριση μιας ποικιλίας εντόμων και ασθενειών τα οποία απαιτούν για την ανάπτυξη τους θερμότερες συνθήκες.

3.2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΑΙΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

Ο πρωταρχικός αντίκτυπος της υπερθέρμανσης του πλανήτη στην αμπελουργία είναι στη φαινολογία της αμπέλου και, κυρίως, στη χρονική διάρκεια των επαναλαμβανόμενων ετησίως βιολογικών φαινομένων των φυτών όπως ανθοφορία, καρπόδεση, ωρίμανση. Φαίνεται ότι υπάρχει άμεση συσχέτιση της ευαισθησίας της αμπέλου στο θερμικό στρες με τα φαινολογικά στάδια. Πολλά μοντέλα έχουν δημιουργηθεί με βάση τη σύνδεση μεταξύ θερμοκρασίας και

φαινολογίας για την πρόβλεψη της έναρξης και της διάρκειας των φαινολογικών σταδίων στο εγγύς μέλλον. Αυτή η πρόβλεψη συμβάλλει σημαντικά στην οργάνωση των κατάλληλων αμπελουργικών δραστηριοτήτων στις οποίες πρέπει να προβεί ο παραγωγός και στις επιλογές της οινοποίησης (Venios et al.,2020).

Έχει παρατηρηθεί από αρκετούς ερευνητές ότι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης έχει οδηγήσει σε μία σταδιακή επιτάχυνση της ετήσιας διαδοχής των φαινολογικών σταδίων της αμπέλου (Jones and Davis 2000, Duchêne and Schneider 2005, Webb et al 2007, Keller, 2009). Ο βλαστικός κύκλος της αμπέλου έχει μειωθεί. Αυτό σημαίνει ότι η άμπελος παρουσιάζει ήδη λόγω της κλιματικής αλλαγής, μία τάση για πρόωρη ανθοφορία, πρώιμη έναρξη ωρίμανσης και πρώιμου τρύγου. Η επιστημονική κοινότητα εκφράζει την ανησυχία της, ιδιαίτερα για την πρώιμη έναρξη ωρίμανσης, καθώς συνεπάγεται τη μετατόπιση της κρίσιμης περιόδου ωρίμανσης σε μέρες όπου επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες. όπως για παράδειγμα στην Αλσατία της Γαλλίας (Duchêne και Schneider, 2005) ή σε ορισμένες περιοχές της Αυστραλίας όπου ο τρύγος πραγματοποιείται νωρίτερα από το συνήθως, η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά ανέρχεται σε 20° Brix (Webb et al, 2007). Στην Αλσατία (Γαλλία) συγκεκριμένα, σε χρονικό διάστημα 70 ετών, παρατηρήθηκε ότι η άνθηση έχει μετακινηθεί 23 ημέρες νωρίτερα, η ωρίμανση κατά 39 ημέρες και η συγκομιδή κατά 25 ημέρες, (van Leeuwen et al., 2019).

Οι Venios et al (2020) ανέλυσαν τα δεδομένα από τέσσερις (4) διαφορετικές ποικιλίες (Pinot Gris, Pinot Noir, Riesling, Muller Thurgau) στη νοτιοδυτική Γερμανία, τα οποία ελήφθησαν από μελέτη που διεξήγαγαν οι Koch & Oehl (2018) και αφορούν τη χρονική περίοδο 1975-2015. Υπήρξε μεταβολή στην έναρξη των πιο σημαντικών φαινολογικών σταδίων των σταφυλιών που κατά μέσο όρο ανέρχεται σε 10-24 ημέρες (Venios et al.,2020).

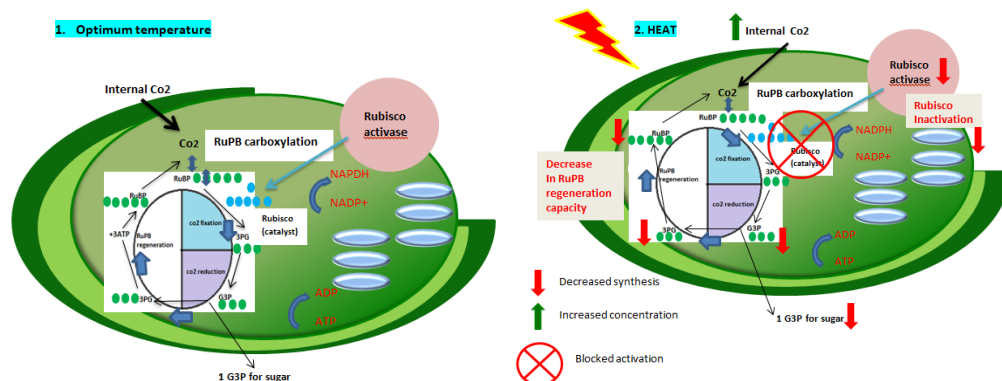
3.2.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ

Η φωτοσύνθεση είναι μία από τις πρώτες διαδικασίες που επηρεάζεται από τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Μειώνεται ακόμη και πριν εμφανιστούν άλλα συμπτώματα, όταν η θερμοκρασία υπερβαίνει ένα βέλτιστο όριο, το οποίο είναι διαφορετικό για κάθε είδος. Στο αμπέλι, οι βέλτιστες συνθήκες θερμοκρασίας για την ανάπτυξή του είναι μεταξύ 25°C και 35°C. Όταν η θερμοκρασία είναι μικρότερη

από 10°C, οι περισσότερες φυσιολογικές διεργασίες του φυτού μειώνονται, ενώ σε θερμοκρασίες άνω των 35°C, ενεργοποιούνται οι μηχανισμοί εγκλιματισμού στο θερμικό στρες. Εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες, πάνω από 40°C, οδηγούν σε διακοπή της φωτοσυνθετικής συσκευής (Venios et al, 2020).

Οι Greer & Weedon (2012) απέδωσαν τη μείωση του φωτοσυνθετικού ρυθμού στις υψηλές θερμοκρασίες σε ποσοστό 15%-30% στη μείωση της στοματικής αγωγιμότητας των φύλλων. Όπως συμβαίνει και με άλλες αβιοτικές καταπονήσεις, η επίδραση του θερμικού στρες στην στοματική αγωγιμότητα εξαρτάται από την ποικιλία. Για παράδειγμα, η Touriga Nacional, η οποία είναι μία πορτογαλική ποικιλία κρασιού, διατηρεί ανοιχτά τα στομάτια κάτω από ήπιο θερμικό στρες, γεγονός που είναι ευεργετικό για τη ψύξη των φύλλων, μέσω της εξάτμισης και βοηθάει στο να μην επηρεαστεί η φωτοσύνθεση (Venios et al, 2020).

Η μείωση του φωτοσυνθετικού ρυθμού θα μπορούσε επίσης να αποδοθεί στις διαταραχές των βιοχημικών διεργασιών, όπως η μείωση της ικανότητας αναγέννησης της -1,5- διφωσφορικής ριβουλόζης (RuBP), και η ενεργοποίηση της καρβοξυλάσης/οξυγενάσης της διφωσφορικής ριβουλόζης, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.5.

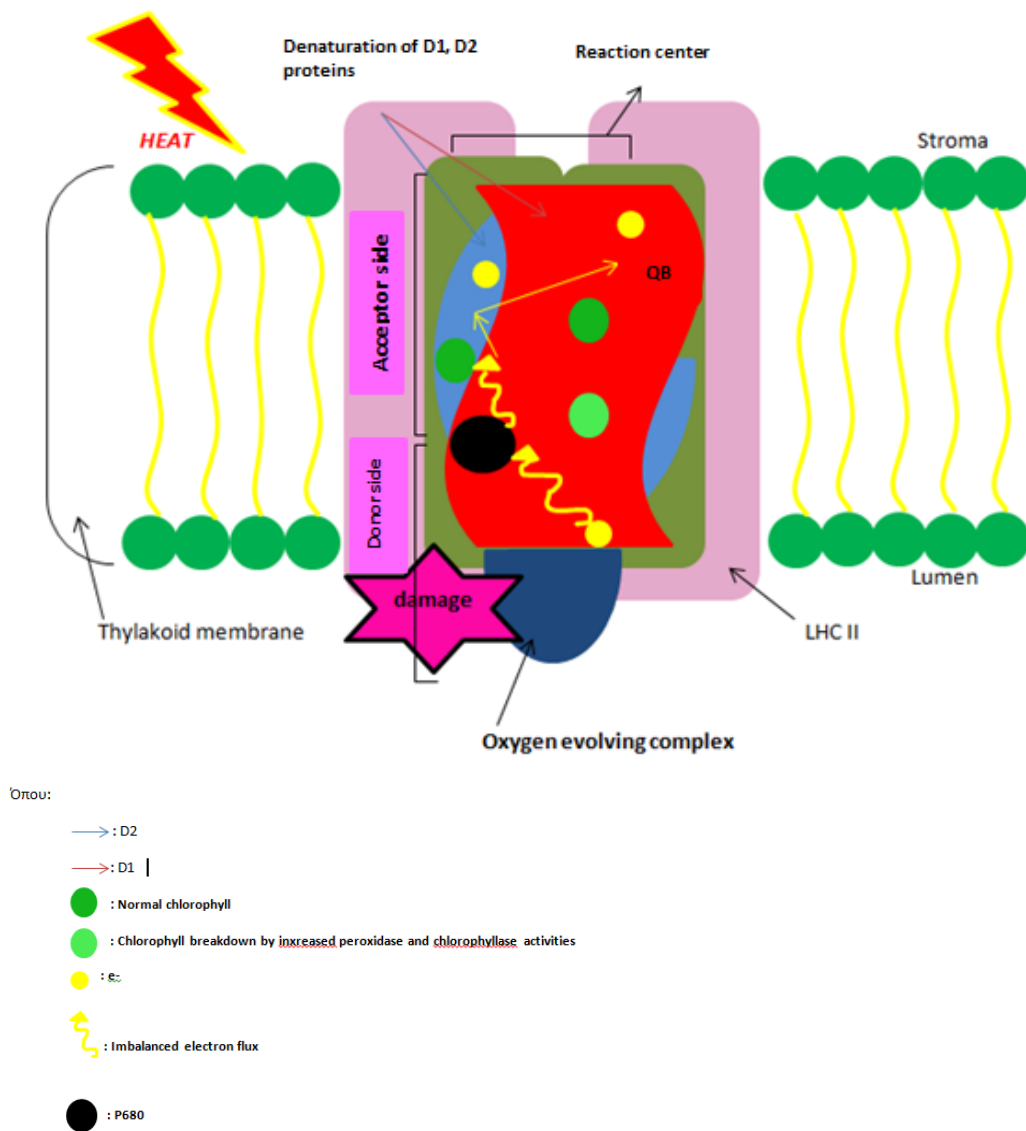


Εικόνα 3.5 : Απεικόνιση των βιοχημικών διεργασιών που επηρεάζονται από το θερμικό στρες.

Πηγή : Βασισμένο σε Venios et al., 2020

Το Φωτοσύνθεση II (PSII) θεωρείται το πιο ευαίσθητο φυσιολογικό σύστημα της αμπέλου στο θερμικό στρες. Συνήθως αναστέλλεται η λειτουργία του ή καταστρέφεται προτού διαταραχθούν άλλες κυτταρικές λειτουργίες. Σχηματίζεται από ένα σύμπλεγμα βασικών πρωτεϊνών, συμπεριλαμβανομένων των D1 και D2,

και είναι ζωτικής σημασίας για τη μεταφορά ηλεκτρονίων κατά τη διάρκεια του φωτοχημικού σταδίου της φωτοσυνθετικής οδού. Ο ρόλος του είναι να απορροφά φωτεινή ενέργεια, να αποσπά ηλεκτρόνια από το νερό και να παράγει οξυγόνο και πρωτόνια (H^+). Στη συνέχεια τα αποσπώμενα ηλεκτρόνια μεταφέρονται από το φωτοσύστημα II στο σύμπλοκο κυτοχρωμάτων b_6/f . Υπό καθεστώτα υψηλής θερμοκρασίας, αυτές οι πρωτεΐνες μετουσιώνονται και η εξασθένηση του PSII παρατηρείται μετά από λίγα λεπτά έως μερικές ώρες έκθεσης στις συνθήκες αυτές (Εικόνα 3.6). Υψηλή θερμική πίεση ακόμη και όταν εφαρμόζεται σε σχετικά σύντομες χρονικές περιόδους, σαν $40^{\circ}C$ για 15min, μπορεί να προκαλέσει σοβαρό και ίσως μη αναστρέψιμο τραυματισμό στο PSII της αμπέλου



Εικόνα 3.6: Φωτοσύστημα II
 Πηγή: Βασισμένο σε Venios et al.,2020

Η βλάβη στις μεμβράνες του θυλακοειδούς σχετίζεται επίσης με τη μείωση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη.

Κάτω από συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας, η υπεροξειδάση και η χλωροφυλάση αποικοδομούν τη χλωροφύλλη με ταχύτερο ρυθμό, με αποτέλεσμα τη σοβαρή μείωση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη (Εικόνα 3.6). Μειωμένη ολική χλωροφύλλη συνεπάγεται την αναστολή του φωτοσυστήματος II (PSII) (Venios et al., 2020).

3.2.6 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΣΤΑΦΥΛΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΟΙΝΟΥ

Η αλλαγή του κλίματος είναι ένας παράγοντας που μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στη χημική σύσταση των σταφυλιών και κατά συνέπεια να μεταβάλλει και την ποιότητα του παραγόμενου οίνου. Αυτή η μεταβολή της σύστασης του σταφυλιού άρα και του οίνου, είναι ένα φαινόμενο που συντελείται ήδη. (Mozell & Thach, 2014). Γενικά, οι συνθέσεις σταφυλιών και κρασιού έχουν αλλάξει δραματικά τις τελευταίες τρεις δεκαετίες σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα μέσα δεδομένα από το Languedoc (Γαλλία) δείχνουν ότι για χρονικό διάστημα 35 ετών, το αλκοόλ στο κρασί αυξήθηκε από 11% σε 14%, το pH από 3,50 σε 3,75 και η ολική οξύτητα μειώθηκε από 6,0 σε 4,5 g / L. Παρόμοιες παρατηρήσεις γίνονται σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο (Van Leeuwen et al, 2019).

Ακόμη και μικρές μεταβολές στην εποχιακή θερμοκρασία συχνά μπορούν να κάνουν τη διαφορά ανάμεσα σε ένα φτωχό, σε ένα καλό ή σε ένα εξαιρετικό οίνο. Οι ψυχρότερες από τις κανονικές θερμοκρασίες οδηγούν σε ατελή ωρίμανση των σταφυλιών, με υψηλή οξύτητα, χαμηλή σακχαροπεριεκτικότητα, ενώ οι υψηλότερες από τις κανονικές θερμοκρασίες οδηγούν σε υπερώριμο καρπό με χαμηλή οξύτητα, υψηλή σακχαροπεριεκτικότητα και υψηλό αλκοολικό τίτλο (Mozellj & Thach, 2014).

Οι πιο υψηλές θερμοκρασίες δύνανται να μεταβάλλουν τη χημική σύσταση των καρπών οδηγώντας σε αυξημένη σακχαροπεριεκτικότητα, χαμηλότερες συγκεντρώσεις οξέος (ειδικά μηλικό οξύ) άρα και υψηλότερο pH του οίνου, μεταβολή στα επίπεδα φαινολικών συστατικών, ειδικά ανθοκυανών στις ερυθρές ποικιλίες, στην περιεκτικότητα αμινοξέων και στη ποσότητα της μεθοξυπυραζίνης (Keller, 2009).

Επίσης, εκτός από την αυξημένη θερμοκρασία, η κλιματική αλλαγή θα εκθέσει τα αμπέλια σε αυξημένη ξηρασία, είτε λόγω μειωμένων βροχοπτώσεων είτε λόγω υψηλότερης εξατμισοδιαπνοής. Αυτό όμως μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερες αποδόσεις, επειδή αρκετοί παράμετροι επηρεάζονται από την έλλειψη διαθέσιμου νερού, όπως το μέγεθος του καρπού ή τη γονιμότητα των οφθαλμών. Στον αντίποδα, το έλλειμμα νερού ασκεί θετική επίδραση στο κόκκινο κρασί καθώς αυξάνει τη συγκέντρωση φαινολικών και οι παραγόμενοι οίνοι αναπτύσσουν πιο σύνθετα αρώματα κατά την ωρίμανση στο μπουκάλι. Στην παραγωγή λευκών οίνων, μόνο τα ήπια ελλείμματα νερού είναι δυνητικά θετικά για την ποιότητα του κρασιού (Van Leeuwen et al, 2019).

Στη περιοχή Λανγκτόκ-Ρουσιγιόν της Γαλλίας κατά την χρονική περίοδο 1984- 2012 συλλέχθηκαν δεδομένα από το εργαστήριο Dubernet (11100 Montredon- Corbières, Γαλλία) τα οποία βασίζονται σε χιλιάδες δείγματα σταφυλιού που αναλύθηκαν κάθε χρόνο λίγο πριν την έναρξη του τρύγου. Στα δείγματα αυτά υπολογίστηκε ο δυνητικός αλκοολικός βαθμός, η ολική οξύτητα και το pH. Από την παρατήρηση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι στο διάστημα των τριών αυτών δεκαετιών ο δυνητικός αλκοολικός βαθμός έχει ήδη αυξηθεί κατά 2% vol ενώ η ολική οξύτητα έχει παρουσιάσει μείωση σχεδόν κατά 1g τρυγικού οξέος /l με παράλληλη αύξηση του pH κατά 0,2 μονάδες. (Van Leeuwen & Darriet, 2016)

Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε σάκχαρα οδηγεί σε οίνο με αυξημένο αλκοολικό τίτλο. Σε περιοχές που μέχρι πρόσφατα οι οίνοι ήταν χαμηλού αλκοολικού βαθμού, αυτή η άνοδος της σακχαροπεριεκτικότητας μπορεί μέχρι ένα σημείο να έχει ευεργετική δράση. Σε περιοχές όμως όπου το επίπεδο της αλκοόλης υπερβαίνει το 14%, παρουσιάζεται αντίκτυπο στην ποιότητα του οίνου. (Van Leeuwen & Darriet, 2016)

Τα κρασιά θεωρούνται πιο στρογγυλά, πιο γλυκά και λιγότερο επιθετικά όταν αυξάνεται το pH. Αρκετοί καταναλωτές το θεωρούν θετική αλλαγή. Ωστόσο, οι

οίνοι με υψηλό pH μπορεί να στερούνται φρεσκάδα και μπορούν επίσης να παρουσιάσουν προβλήματα στη σταθερότητα τους. (Van Leeuwen & Darriet, 2016). Για παράδειγμα, η άγρια ζύμη *Brettanomyces bruxelensis* μπορεί να χαλάσει το κρασί κατά τη γήρανση σε βαρέλια ή δεξαμενές, ακόμη και μετά την εμφιάλωση, όταν το pH είναι υψηλό. Πρέπει, αν δεν γίνει διόρθωση της οξύτητας, να προστεθούν υψηλότερα επίπεδα διοξειδίου του θείου (SO₂) για τη σταθεροποίηση των οίνων. (Van Leeuwen & Darriet, 2016)

Η μικρότερη συγκέντρωση μηλικού οξέος, ειδικά σε λευκά κρασιά που δεν υφίστανται μηλογαλακτική ζύμωση, μπορεί να οδηγήσει σε αναγκαστική προσθήκη τρυγικού οξέος έτσι ώστε να επιτευχθεί ισορροπία γεύσεων και μικροβιακή σταθερότητα. (Keller, 2009).

Όσον αφορά τις αρωματικές ενώσεις, η κλιματική μεταβολή επιδρά στην αύξηση ή στην μείωση του σχηματισμού διαφόρων ενώσεων, επιδρώντας έτσι και στον οργανοληπτικό χαρακτήρα του οίνου (Van Leeuwen & Darriet, 2016). Για παράδειγμα, η συγκέντρωση της 2-μεθοξυ-3-ισοβουτυλο-μεθοξυπυραζίνης (IBMP, υπεύθυνη για το άρωμα πιπεριού στο κρασί) στα σταφύλια μειώνεται με την άνοδο της θερμοκρασίας (Keller, 2009). Η 1,1,6-τριμεθυλ-1,2-διϋδروναφθαλίνη (TDN), η ένωση που είναι υπεύθυνη για τις γεύσεις ορυκτών ελαίων (βενζίνης) σε οίνους που παράγονται από την ποικιλία Riesling, αυξάνεται με τη θερμοκρασία κατά τη φάση ωρίμανσης του σταφυλιού . Αντίθετα, η συγκέντρωση των ενώσεων της οικογένειας της τερπενόλης, μειώνεται: η περιεκτικότητα σε λιναλοόλη στα σταφύλια μειώνεται σε υψηλές θερμοκρασίες, ενώ δεν εμφανίζεται επιβλαβής επίδραση στην περιεκτικότητα σε γερανιόλη (Van Leeuwen & Darriet, 2016).

Λαμβάνοντας υπόψιν, ότι οι ανθοκυάνες είναι οι «χρωστικές» ουσίες του ερυθρού οίνου, είναι αναμενόμενο ότι η μεταβολή της ποσότητάς στον φλοιό συνεπάγεται αλλοίωση της εκχυλιστικής ικανότητας στον οίνο. Οι ανθοκυάνες επηρεάζονται αρνητικά από την υψηλή θερμοκρασία (Van Leeuwen & Darriet, 2016).

Επιπλέον, εκτός από την αύξηση της θερμοκρασίας, σημαντική επίδραση στη χημική σύσταση των σταφυλιών εκτιμάται ότι ασκεί και θα ασκήσει και στο μέλλον η αύξηση του CO₂ της ατμόσφαιρας και η μείωση των αποθεμάτων διαθέσιμου νερού σε πολλές περιοχές, η έκθεση σε αυξημένη ακτινοβολία, αλλά ακόμη και οι βελτιωμένες τεχνικές αμπελοκαλλιέργειας. Για να ποσοτικοποιηθεί η

επίδραση του καθενός από αυτούς τους παράγοντες απαιτείται ακόμη χρόνος και έρευνες. (Van Leeuwen & Darriet, 2016).

Ωστόσο, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) φαίνεται ότι δρα συνεργατικά με την άνοδο της θερμοκρασίας και τη μείωση της σχετικής υγρασίας και μπορεί να προκαλέσει αύξηση της βιομάζας, αύξηση της ποσότητας των σακχάρων και μείωση των επιπέδων οξέων, τα οποία θα επηρεάσουν το άρωμα και τη γεύση του σταφυλιού (Mozell & Thach, 2014). Ο Tate (2001) δηλώνει ότι η αύξηση του CO₂ θα προκαλέσει ταχύτερη ανάπτυξη και, ως εκ τούτου, υψηλότερες συγκεντρώσεις σακχάρου και ο φλοιός της σταφυλής θα γίνει παχύτερος. Ο πιο παχύς φλοιός θα οδηγήσει σε υψηλότερα επίπεδα τανίνης. Επομένως, είναι βέβαιο ότι μια αλλαγή στο κλίμα, ανεξάρτητα από το πόσο μικρή, θα αλλάξει τη χημεία σταφυλιών για τα σταφύλια που ισχύουν σήμερα (Tate, 2001)

Αν οι περιοχές είναι πολύ ξηρές η απόδοση και η ποιότητα ενδέχεται να επηρεάζονται από την χαμηλή διαθεσιμότητα σε νερό. Αν η έλλειψη νερού είναι διαχειρίσιμη από τον αμπελοκαλλιεργητή, μπορεί να βελτιώσει το δυναμικό ποιότητας για την παραγωγή ερυθρού οίνου, καθώς προκαλεί πρόωρη παύση της ανάπτυξης βλαστών, μείωση του μεγέθους των μούρων και αύξηση της συγκέντρωσης των φαινολικών ενώσεων στο φλοιό των σταφυλιών (Van Leeuwen & Darriet, 2016).

3.2.7 Η ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΒΕΛΑΝΙΔΙΑΣ

Οι αλλαγές στις καιρικές συνθήκες και στα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να επηρεάσουν την ανάπτυξη και την ποιότητα της βελανιδιάς, το κύριο ξύλο που χρησιμοποιείται για την παλαίωση του κρασιού σε βαρέλι. Σύμφωνα με τον Tate (2001), μελέτες πολλών ειδών βελανιδιάς δείχνουν ότι η αύξηση του ατμοσφαιρικού CO₂ μπορεί να επιταχύνει την παραγωγή της «μάζας των δέντρων» σε επίπεδα διπλάσια από τα επίπεδα που παρατηρούνται μέχρι σήμερα. Τα δρύινα δάση της Τοσκάνης του *Quercus ilex*, τα αμερικανικά δάση του *Quercus alba* και τα ευρωπαϊκά δάση του *Quercus robur* έχουν παρατηρηθεί ότι εμφανίζουν αυξανόμενους ρυθμούς ανάπτυξης. Το αποτέλεσμα αυτής της επιταχυνόμενης ανάπτυξης όμως μπορεί να είναι ,ότι το μέγεθος και ο αριθμός

των αγωγών στο ξύλο αυξάνονται , δημιουργώντας έτσι εκτεταμένες διόδους και καθιστώντας το ξύλο πιο ευάλωτο σε ζημιές και σε αστοχίες κατά την κατασκευή βαρελιών (Tate, 2001, σελ. 8). Μια άλλη μελέτη στο ξύλο της βελανιδιάς καταλήγει στο συμπέρασμα ότι, όταν η συγκέντρωση του CO₂ είναι αυξημένη τότε παρουσιάζεται μια μετρήσιμη μείωση της συγκέντρωσης της τανίνης, της ελαγκιταννίνης. Αυτή η μείωση μπορεί να επηρεάσει την συνολική ποιότητα του οίνου που παλαιώνεται σε βαρέλι μειώνοντας τις τανίνες που εκχυλίζονται. (Mozel &Thach, 2014)

3.2.8 ΕΜΜΕΣΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Η αύξηση της θερμοκρασίας, η επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα και η ακτινοβολία, όπως αναφέρθηκε, επιδρούν στη βιοσύνθεση τόσο των πρωτογενών όσο και των δευτερογενών μεταβολιτών. Εκτός όμως από τις άμεσες επιπτώσεις που η κλιματική αλλαγή προκαλεί, παρουσιάζονται και αρκετές έμμεσες, όπως αυξημένη αλατότητα του εδάφους, λόγω των μειωμένης διαθεσιμότητας νερού, και αυξημένη πιθανότητα άγριων (αυθόρμητων) πυρκαγιών (Berbegal et al, 2019).

3.4 ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Ο κλάδος της οινοπαραγωγής θα αντιμετωπίσει όπως αναφέρθηκε, ορισμένα πολύ σοβαρά προβλήματα προσαρμογής στην αναμενόμενη κλιματική αλλαγή. Η καλλιέργεια αμπελιού θα αντιμετωπίσει προβλήματα που σχετίζονται με τη πρώιμη φαινολογία του φυτού, τη μείωση της διαθεσιμότητας του νερού οπότε και με τη μεταβολή της χημικής σύστασης της ποιότητας και της απόδοσής του σταφυλιού, άρα και με την ποιότητα και τη διαμόρφωση του οργανοληπτικού χαρακτήρα του οίνου. Είναι λοιπόν άμεση ανάγκη να ληφθούν ορισμένα μέτρα περιορισμού της ζημίας ή προσαρμογής στις νέες συνθήκες. Ωστόσο ο σχεδιασμός και η εκτέλεση κινήσεων που θα μετριάσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής εξαρτώνται από την ερμηνεία των κλιματικών προβλέψεων, τη τεχνολογική ανάπτυξη μίας περιοχής, την τεχνογνωσία των καλλιεργητών και των οινοπαραγωγών, την οικονομική δυνατότητα που έχουν.

Η στρατηγική που θα αναπτυχθεί από κάθε οινοπαραγωγό ξεκινάει από το αμπέλι και συνεχίζει στο χώρο του οινοποιείου. Στο χωράφι, οι τεχνικές που θα χρησιμοποιήσει μπορεί να έχουν βραχυπρόθεσμο ή μακροπρόθεσμο χαρακτήρα. Οι βραχυπρόθεσμες τεχνικές αντιμετώπισης αφορούν κυρίως τον μετριασμό των επιπτώσεων της ετήσιας μεταβλητότητας στο κλίμα. Είναι παρεμβάσεις στον αμπελώνα που αφορούν μία καλλιεργητική περίοδο, όπως κλάδεμα σε διαφορετικά στάδια του κύκλου ανάπτυξης, διαχείριση του φυλλώματος ώστε να ρυθμίζεται η έκθεση στον ήλιο ή η σκίαση του καρπού, η κάλυψη του εδάφους με κάποιο υλικό πχ άχυρο, που αποτρέπει την εξάτμιση του νερού, όργωμα και άρδευση. Οι μακροπρόθεσμες τεχνικές αντιμετώπισης οδηγούν σε αλλαγή των πολυετών πρακτικών που οι αμπελουργοί χρησιμοποιούν, έχουν συνήθως μεγαλύτερο κόστος αλλά μονιμότερο χαρακτήρα, όπως αναφύτευση αμπελώνα σε διαφορετική περιοχή, με μεγαλύτερο υψόμετρο και ταυτόχρονη επιλογή φυτικού υλικού, ποικιλίας ή κλώνου, που τα χαρακτηριστικά του θα ανταποκρίνονται καλύτερα στις νέες συνθήκες : πρώιμη φαινολογία, υψηλή μέση θερμοκρασία, ξηρασία (Santos et al., 2020).

Σε όλες σχεδόν τις παραδοσιακές αμπελουργικές περιοχές στην Ευρώπη, οι καλλιεργητές έχουν φυτέψει ποικιλίες που ωριμάζουν κυρίως από 10 Σεπτεμβρίου και 10 Οκτωβρίου υπό τοπικές κλιματολογικές συνθήκες. Αυτή είναι η περίπτωση του Riesling στο Rheingau (Γερμανία), Chardonnay και Pinot noir στη Βουργουνδία (Γαλλία), Merlot, Cabernet franc και Cabernet-Sauvignon στο Μπορντό (Γαλλία), Grenache και Carignan στο Languedoc (Γαλλία), Tempranillo στο La Rioja (Ισπανία), Sangiovese στην Τοσκάνη (Ιταλία), Nebbiolo στο Barolo (Ιταλία), Touriga nacional στο Douro (Πορτογαλία), Αγιωργίτικο στη Νεμέα (Ελλάδα) και Monastrell (Mourvèdre) στο Αλικάντε (Ισπανία). Τώρα που οι θερμοκρασίες έχουν αυξηθεί, οι παραδοσιακές ποικιλίες μπορεί να απομακρυνθούν από το ιδανικό παράθυρο ωρίμανσης με επιζήμιες επιπτώσεις στην ποιότητα του κρασιού. Σε αυτό το πλαίσιο, η πιθανή προσαρμογή σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα είναι η φύτεψη πιο όψιμων ποικιλιών όπως Touriga nacional, Tinto Cao (Πορτογαλία, κόκκινες ποικιλίες) και Ασύρτικο (Ελλάδα, λευκή ποικιλία) (Van Leeuwen et al., 2019).

Η Σεβαστούπολη (Sevastopol), μία από τις παλαιότερες αμπελουργικές περιοχές στη Ρωσία, βρίσκεται στη χερσόνησο της Κριμαίας. Η ιστορία της

αμπελουργίας και της οινοποίησης στην περιοχή αυτή φθάνει τα 2500 χρόνια. Τα terroirs της περιοχής της Σεβαστούπολης διαθέτουν έντονα διαφορετικό αγροκλιματικό δυναμικό, το οποίο συνδυαστικά με τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη φύτευση, ακόμα και εντός γειτονικών περιοχών. Οι Vyshkvarkona et al (2020) χρησιμοποίησαν μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση) που κάλυπταν την περίοδο 1985-2018, ώστε να εκτιμήσουν τη θερμότητα και την υγρασία, καθώς και κατάλληλους βιοκλιματικούς δείκτες ώστε να αξιολογηθεί αν η κλιματική αλλαγή βελτιστοποιεί τις συνθήκες για την ανάπτυξη της αμπελουργίας και της οινοποίησης. Παρατήρησαν ανοδική τάση των ηλιοθερμικών δεικτών και πτωτική τάση στη βροχόπτωση, γεγονός που επιβεβαιώνει την κλιματική αλλαγή. Με βάση την παρεχόμενη θερμότητα και την αντοχή στον παγετό, η περιοχή χωρίστηκε σε μικροκλιματικές ζώνες και ταυτοποίησαν 13 οικοτόπια, στο καθένα από τα οποία πρότειναν την καλλιέργεια βέλτιστων ποικιλιών από βέλτιστες ποικιλίες. Η ανάλυση των Vyshkvarkona et al (2020) επιτρέπει τη βέλτιστη τοποθέτηση αμπελώνων έτσι ώστε οι γεωργικές και οικολογικές συνθήκες ενός συγκεκριμένου οικοπέδου να ταιριάζουν τις βιολογικές απαιτήσεις των καλλιεργούμενων ποικιλιών σταφυλιών. Αυτό θα παράγει μεγαλύτερες αποδόσεις και καλύτερη ποιότητα, ενισχύοντας παράλληλα τη βιομηχανία οινοποίησης χωρίς να απαιτούνται περαιτέρω επενδύσεις (Vyshkvarkona et al, 2020).

Επίσης, ορισμένα μέτρα που μπορούν να ληφθούν στο χώρο του οινοποιείου είναι:

1. Για να αντισταθμιστούν οι υψηλότερες θερμοκρασίες στον εσωτερικό χώρο του οινοποιείου, είναι καλό ο οινοπαραγωγός να σκεφτεί τη χρήση εξοπλισμού ψύξης ώστε να εξασφαλιστούν οι πρωτογενείς αλκοολικές και μηλογαλακτικές ζυμώσεις ότι θα ολοκληρώνονται. Ο οινολόγος θα πρέπει να λάβει υπόψιν του ότι οι παράγοντες που ενδέχεται να περιορίσουν τη ζύμωση δεν είναι μόνο η αυξημένη θερμοκρασία αλλά και οι χαμηλότερες τιμές pH, πιθανές ελλείψεις θρεπτικών ουσιών, υψηλά επίπεδα αιθανόλης και υψηλές συγκεντρώσεις SO₂. Επίσης, η πρώιμη συγκομιδή και οι υψηλότερες θερμοκρασίες περιβάλλοντος μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις ενώσεις αρώματος / flavor και να επιδεινώσουν τις οξειδωτικές αντιδράσεις στα προζυμωτικά στάδια, όπως

κατά τη σύνθλιψη, την συμπίεση και την προζυμωτική απολάσπωση (Mozel &Thach, 2014)

2. Επίσης, οι αυξημένες θερμοκρασίες στο οινοποιείο μπορούν να αντιμετωπιστούν με την επαναχρησιμοποίηση πρακτικών όπως κελάρια ή υπόγεια. Επίσης, για την υγιεινή της πρώτης ύλης δεν θα πρέπει να αποκλείεται η χρήση αντιμικροβιακών και αντιοξειδωτικών (Mozel &Thach, 2014).

3. Για πλήρη αποζύμωση του γλεύκους που έχει αρχικά υψηλή σακχαροπεριεκτικότητα και το οποίο κατά τη διάρκεια της ζύμωσης θα εμφανίσει και υψηλά επίπεδα αιθυλικής αλκοόλης, απαιτείται η εκτεταμένη χρήση στελεχών ζύμης με αντοχή στο αλκοόλ (Mozel &Thach, 2014)

4. Επίσης για να περιοριστεί η υψηλή σακχαροπεριεκτικότητα, ο οινολόγος θα έπρεπε να είναι έτοιμος να σκεφτεί τη χρήση τεχνικών μείωσης των σακχάρων, όπως η διήθηση και η αντίστροφη όσμωση. Η μεγάλη συγκέντρωση σακχάρων μπορεί να προκαλέσει stress στο κύτταρο της ζύμης, η οποία για να το αντιμετωπίσει, οδηγεί σε αυξημένο σχηματισμό δευτερογενών προϊόντων ζύμωσης, όπως το οξικό οξύ. (Mozel &Thach, 2014)

5. Όπως αναφέρθηκε, ένα από τα προβλήματα που θα αντιμετωπίσουν οι οινοποιοί σε αρκετές περιοχές είναι η μείωση της οξύτητα, με επακόλουθο την αύξηση του pH. Οι συνθήκες αυτές (χαμηλή οξύτητα/ αυξημένο pH) αλλοιώνουν τον οργανοληπτικό χαρακτήρα του οίνου και ταυτόχρονα το προϊόν γίνεται επιρρεπές σε μικροβιακή επιμόλυνση. Έτσι ο παραγωγός οίνου πρέπει να σκεφτεί σαν πρακτική αντιμετώπισης, την προσθήκη τρυγικού οξέος στο γλεύκος ή στον οίνο (Mozel &Thach, 2014)

6. Οι οινολόγοι για να συνεχίσουν να παράγουν ποιοτικούς οίνους σε περιοχές που θα επηρεαστούν από την κλιματική αλλαγή, θα πρέπει να είναι ανοιχτοί σε ιδέες, όπως σε νέες τεχνικές ανάμειξης, συμπεριλαμβανομένης της ανάμειξης κρασιών από διαφορετικούς αμπελώνες ή ακόμη και από διαφορετικές περιοχές. Σκοπός είναι η δημιουργία νέων οίνων με ποιοτικό χαρακτήρα. (Mozel &Thach, 2014)

7. Για την αντιστάθμιση της πρώιμης συγκομιδής και της μείωση του επιπέδου οξέος σε λευκό κρασιά, ο οινοπαραγωγός μπορεί να εξετάσει το ενδεχόμενο να αφήσει το λευκό σταφύλι στα πρέμνα περισσότερο, ώστε να

συντηρηθούν οι ενώσεις που προσδίδουν αρώματα, να προστατευτούν από την οξείδωση και να αυξηθεί η απελευθέρωση μαννοπρωτεϊνών. (Mozel &Thach, 2014).

8. Η πρώιμη έναρξη της ωρίμανσης των σταφυλιών, συνεπάγεται και την πρώιμη έναρξη της συγκομιδής. Ο οινοποιός πρέπει να έχει προγραμματίσει τις δραστηριότητες συγκομιδής έτσι ώστε να μην υπάρξει βιασύνη και λάθη κατά τον τρύγο. Θα πρέπει να έχει εξασφαλίσει το εργατικό δυναμικό και τον τεχνολογικό εξοπλισμό πριν παραστεί ανάγκη (Mozel &Thach, 2014)

9. Για να μετριαστεί η καύση ορυκτών καυσίμων άρα και το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη, κάθε οινοποιείο θα μπορούσε αντί για την χρήση αποκλειστικά ηλεκτρικής ενέργειας, να εξασφαλίσει ενέργεια με τη χρήση ηλιακών ανανεώσιμων πηγών, όπως με τη μορφή ηλιακών θερμοσιφώνων και φωτοβολταϊκών στοιχείων. Η πιθανή εξοικονόμηση για την ενσωμάτωση μιας «μικρής» ηλιακής εγκατάστασης σε ένα οινοποιείο είναι 18% της απαιτούμενης ενέργειας. Χρήσιμο θα ήταν και κάθε μονάδα παραγωγής οίνου να εφαρμόζει πολύ αυστηρές τεχνικές μέτρησης και ελέγχου της καταναλισκώμενης ενέργειας. (Mozel &Thach, 2014)

10. Για να διατηρηθεί η λειτουργική βιωσιμότητα και η ανταγωνιστικότητα, η βιομηχανία οίνου θα μπορούσε να αναπτύξει και να εφαρμόσει ένα σύστημα «προγραμματισμένης αλλαγής», σε τεχνικές πιο φιλικές με το περιβάλλον (Mozel &Thach, 2014)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σαν θέμα τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον αμπελοοινικό τομέα. Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα φαινόμενο που απασχολεί ένα μεγάλο μέρος της επιστημονικής κοινότητας εδώ και αρκετές δεκαετίες. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, οι φωνές που κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου πληθαίνουν, καθώς καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια να αφυπνιστούν όχι μόνο οι κυβερνήσεις των χωρών αλλά και το σύνολο του ανθρώπινου πληθυσμού. Η αντιμετώπιση της μεταβολής του κλίματος είναι μία δύσκολη διαδικασία που σχετίζεται πιο πολύ με την επιβράδυνση της εξέλιξης του φαινομένου, τη σταθεροποίηση του και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων του, παρά με την οριστική επίλυσή του.

Η κλιματική αλλαγή σχετίζεται με την υπερθέρμανση του πλανήτη. Η αλόγιστη καύση των ορυκτών ελαίων για δεκαετίες, η εκτεταμένη αποψίλωση των δασών, η οξίνιση των ωκεανών και η απώλεια φυσικών «δεξαμενών άνθρακα», η δημιουργία χώρων υγειονομικής ταφής αλλά και η κτηνοτροφία έχουν συμβάλει σε στην αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου. Η αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου οδηγεί σε εγκλωβισμό μεγαλύτερης ποσότητας ακτινοβολίας από την αναμενομένη στην ατμόσφαιρα του πλανήτη, γεγονός που οδηγεί σε αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης, τόσο της επιφάνειας όσο και της ατμόσφαιρας.

Η μέση άνοδος της θερμοκρασίας έχει προκαλέσει με τη σειρά της τήξη των πάγων των πόλων και των παγετώνων, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και την παρουσία ακραίων καιρικών φαινομένων, τα οποία παρουσιάζονται με αυξημένη συχνότητα σε πολλές περιοχές του πλανήτη.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής δεν αφορούν μόνο τη φύση και το περιβάλλον, αλλά επηρεάζεται και η ανθρώπινη υγεία, η οικονομία, η κοινωνική σταθερότητα. Χώρες φτωχές με μικρή οικονομική δύναμη είναι συνήθως και χώρες που βασίζονται στη γη ή στη θάλασσα για να επιβιώσουν. Η κλιματική μεταβολή έχει πολύ πιο έντονες επιπτώσεις σε αυτές καθώς επέρχονται αλλαγές τις οποίες δεν δύνανται να τις αντιμετωπίσουν. Χώρες με καλύτερη οικονομία έχουν την τεχνογνωσία, την ικανότητα και τη δυνατότητα να ανταποκριθούν καλύτερα στις προκλήσεις της αλλαγής του κλίματος. Αυτό δεν συνεπάγεται όμως ότι θα μείνουν ανεπηρέαστες.

Η άγρια πανίδα και η χλωρίδα πολλών περιοχών καθώς οι συνθήκες θα αλλάζουν θα κινδυνεύει όλο και περισσότερο με εξαφάνιση. Αν οι πληθυσμοί των ζώων και των φυτών δεν μετακινηθούν σε ευνοϊκότερα εδάφη, είτε με φυσική επιλογή είτε με ανθρώπινη επέμβαση, πολλά είδη θα χαθούν.

Οι ευρωπαϊκές χώρες παρουσιάζουν διαφορετική ευαισθησία και κίνδυνο απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Οι χώρες του Νότου, ανάμεσα τους και η Ελλάδα, κινδυνεύουν περισσότερο από την άνοδο της θερμοκρασίας και τη στάθμη της θάλασσας. Η αγροτική οικονομία θα δεχθεί ισχυρότερο πλήγμα και οι οικονομίες αυτών των χωρών είναι πιο ασθενείς από τα οικονομικά συστήματα των βόρειων κρατών.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην αμπελοκαλλιέργεια και την οινοποίηση είναι ποικίλες. Σημειώνεται ότι μία κλιματική μεταβολή που έχει αρνητικό χαρακτήρα για έναν καλλιεργητή μπορεί να έχει θετικό χαρακτήρα για έναν άλλο, σε μία διαφορετική περιοχή.

Η άνοδος της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του πλανήτη έχει μετακινήσει την ζώνη που θεωρείται κατάλληλη για καλλιέργεια αμπέλου σε περιοχές που είναι πλησιέστερα στους πόλους, τόσο στο βόρειο όσο και στο νότιο ημισφαίριο. Με αποτέλεσμα, ορισμένες εκτάσεις οι οποίες καλλιεργούνται με αμπέλια να κρίνονται ακατάλληλες, κάποιες άλλες να έρχονται αντιμέτωπες με προβλήματα τα οποία η λύση τους είναι απαιτητή ενώ ορισμένες άλλες περιοχές ευνοούνται, αποκτώντας τη δυνατότητα να καλλιεργήσουν την άμπελο.

Η τήξη των πάγων και των παγετώνων έχει προκαλέσει άνοδο της στάθμης της θάλασσας, με αποτέλεσμα μέρος των καλλιεργούμενων εκτάσεων να κινδυνεύουν με εξαφάνιση. Η άνοδος της θερμοκρασίας δημιουργεί και προβλήματα ανάπτυξης εντόμων και ασθενειών που ευνοούνται από το ζεστό περιβάλλον.

Οι οινοπαραγωγοί έρχονται αντιμέτωποι επίσης με τη μεταβολή της χημικής σύστασης του γλεύκους, γεγονός που οδηγεί σε μεταβολή και της χημικής σύστασης του οίνου. Όπως ήδη αναφέρθηκε, ακόμη και μικρές αλλαγές στην εποχική θερμοκρασία, μπορούν να μετατρέψουν έναν καλό οίνο σε εξαιρετικό ή φτωχό και αντίστροφα. Η άνοδος της θερμοκρασίας σε συνδυασμό με τη μειωμένη ποσότητα διαθέσιμου ύδατος, προκαλεί σταδιακή επιτάχυνση της ετήσιας διαδοχής των φαινολογικών σταδίων της αμπέλου, γεγονός που οδηγεί σε πρώιμο τρύγο. Συχνά, τα παραγόμενα γλεύκη λόγω της έκθεσης σε υψηλότερες

θερμοκρασίες παρουσιάζουν αυξημένη σακχαροπεριεκτικότητα, μειωμένη ολική οξύτητα ειδικά στη συγκέντρωση του μηλικού οξέος, άρα και υψηλότερο pH οίνου, επίσης μεταβολή στα επίπεδα φαινολικών και αρωματικών συστατικών. Το χαμηλό pH μπορεί να προκαλέσει προβλήματα μικροβιακής σταθερότητας.

Όπως συνέβη και με την αμπελοκαλλιέργεια, ορισμένες περιοχές παθαίνουν σοβαρή ζημία αλλά ορισμένες άλλες ευνοούνται από την κλιματική αλλαγή.

Οι τρόποι αντιμετώπισης των επιπτώσεων της κλιματικής μεταβολής σχετίζεται με τη γνώση, την τεχνογνωσία, την προσαρμοστικότητα και την οικονομική ευχέρεια των καλλιεργητών και των παραγωγών. Οι καλλιεργητές και οι παραγωγοί πρέπει να εφαρμόσουν προσαρμοστικές στρατηγικές για να συνεχίσουν την παραγωγή κρασιών υψηλής ποιότητας με οικονομικά αποδεκτές αποδόσεις σε ένα θερμότερο και ξηρότερο κλίμα. Μεταξύ των διαφόρων επιλογών, η χρήση προσαρμοσμένου φυτικού υλικού είναι ένα από τα καλύτερα εργαλεία, επειδή έχει το πλεονέκτημα ότι είναι φιλικό προς το περιβάλλον και οικονομικά αποδοτικό. Η χρήση νέων τεχνικών κατά τη συγκομιδή και τη μεταφορά στο οινοποιείο, όπως και η πιο εκτεταμένη χρήση διορθωτικών μεθόδων της οξύτητας ίσως να είναι επιβεβλημένη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αναγνωστοπούλου, Χ. Κλίμα και Γεωμορφολογία. nd.
2. Berbegal, C., Fragasso, M., Russo, P., Bimbo, F., Grieco, F., Spano, G. and Capozzi, V. Climate Changes and Food Quality: The Potential of Microbial Activities as Mitigating Strategies in the Wine Sector. *Fermentation* **2019**, 5 (4), 85.
3. Ciscar, J.-C., Iglesias, A., Feyen, L., Szabo, L., Van Regemorter, D., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., et al. Physical and economic consequences of climate change in Europe. *PNAS* **2011**, 108 (7), 2678-2683.
4. Duchene, E. and Schneider, C. Grapevine and climate changes: a glance at the situation in Alsace. *Agronomy for Sustainable Development* **2005** 25, 93-99.
5. ECOS. Australian wine producers lead climate change adaptation. **2013**. (11/06/2020): <http://www.ecosmagazine.com/print/EC13050.htm>
6. ESPON. Climate change and Europe's regions. **2012**. (19/01/2021): <https://www.espon.eu/climate-2012>
7. European Commission. Αίτια της κλιματικής αλλαγής. nd. (11/06/2020) : https://ec.europa.eu/clima/change/causes_el
8. European Commission. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. nd. (11/06/2020) : https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_el
9. Flo, D., Magnusson, C., Rafoss, T., Sundheim, L. et al. The EPPO PRA for *Agrilus anxius*: Assessment for Norwegian conditions. Opinion of the Panel on Plant Health of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. *Vitenskapskomiteen for mattrygghet* **2012**.
10. Fraga, H. Climate Change: A New Challenge for the Winemaking Sector. *Agronomy* **2020**, 10 (10), 1465.
11. Hannah, L, Roehrdanz, P., Ikegami, M., Shepard, A., Shaw, M. R., Tabor, G., Zhi, L., Marquet, P.A., Hijmans, R.J. Climate change, wine and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **2013**, 110 (17)
12. Hiepe, C. & Ramasary, S. Climate Change Impacts on Agriculture and Food Security and Disaster Risk Management as Entry Point for Climate Change Adaptation, of the *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) **2009**.

13. IPCC. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. *Cambridge University Press* **2013**, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
14. IPCC. The IPCC and the Sixth Assessment Report. **2020**.
15. Jones, G.V., Davis, R.E. Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition and Wine Production and Qualite for Bordeaux, France. *American Journal of Enology and Vilticulture* **2000**, 51, 239-261.
16. Jones, G.V., Webb, L.B. Climate change, vilticulture and wine: challenges and opportunities. *Journal of Wine Research* **2010**, 21 (2), 103-106.
17. Kelle,r M. Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging enviroment : a climate change primer for viticulturists. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **2010**, 16, 56-69.
18. Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B. and Rubel, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorological Zetschrift* **2006**, 15, (2), 259-263.
19. Mozzell, M.R., Thach, L. The impact of climate change on the global wine industry, Challenges & solutions. *Wine Economics and Policy* **2014**, 3 (2), 81-89.
20. Morrison D. Wine in sunlight held together by water, The Wine Gourd, Exploring the world of wine data. **2018**. (20/06/2020): <http://winegourd.blogspot.com/2018/03/wine-is-sunlight-held-together-by-water.html>
21. Μπαλαφούτης, Χ., Γενική Κλιματολογία, Τομέας Μετεωρολογίας Κλιματολογίας. **n.d.** Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.: <http://www.geo.auth.gr/431/th/Climatology.pdf>
22. National Geographic. Fossil Fuels, Resource Library, encyclopedic entry. **n.d.** (11/06/2020) : <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/fossil-fuels/>
23. Οδηγία 2003/87/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13^{ης} Οκτωβρίου 2003 σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας

δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και την τροποποίηση της οδηγίας 96/61/EK του Συμβουλίου, L 275/32 **2003**.

24. OIV. State of the World Vitivicultural Sector in 2019. *International Organisation of Vine and Wine* **2020**, 1-15 :
25. Praznikar, J. Particulate matter time-series and Koppen-Geiger climate classes in North America and Europe. Institute Andrej Marusic, University of Primoska, Atmospheric. *Environment* **2016** 15, 136-145.
26. Santos, J.A., Fraga, H., Malheiro, A.C., Mourincho-Pereira, J., Dinis, L.T., Correia, C., Moriondo, M., Leolini, L., Dibari, C., Costafreda-Aumedes, S., Kartschall, T., Menz, C., Molitor, D., Junk, J., Beyer, M and Schultz, H.R. A review of the Potential Climate Change Impacts and Adaptation Options for European Viticulture. *Applied Sciences* **2020**, 10, 3092.
27. Shanmugathhan, S., Narayanan, A. and Sallis, P. Climate Change and Grape Wine Quality: A GIS Approach to Analysing New Zealand Wine Region, from Human and Social Dimension of Climate Change. *Netra Chhetri, Intech Open* **2012**.
28. Scotland' environment. Changing climate. **2020**. (10/06/2020) : <https://www.environment.gov.scot/our-environment/climate/changing-climate/#>
29. Tate, A.B. Global warming's impact on wine. *Journal of Wine Research*, **2001** 12 (2), 95-109 :
30. Τράπεζα της Ελλάδος. Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα. **2011**. : (12/06/2020) :https://www.bankofgreece.gr/Publications/Πληρης_Εκθεση.pdf
31. Turley, C & Findlay, H.S. Chapter 18 - Ocean Acidification, *Climate change, Observed Impacts on Planet Earth* **2016**, (), 271-293.
32. Van Leeuwen, C & Darriet, P. The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality. *Journal of Wine Economics* **2016**, 11, (1), 150-167.
33. Van Leeuwen, C., Destrac-Irvine, A., Dubernet, M., Duchene E., Gowdy, M., Marguerit, El., Pieri, P., Parker, A., de Resseguier, L. and Ollat, N. An Update of the Impact of Climate Change in Viticulture and Potential Adaptations. *Agronomy* **2019**, 9 (9), 514.

34. Venios, X., Korkas, E., Nisiotou, A. and Banilas, G. Grapevine Responses to Heat Stress and Global Warming. *Plants* **2020**, 9, 1754
35. Venkataramanan, M. & Smitha. Causes and effects of global warming, Indian. *Journal of Science and Technology* **2011**, 4 (3), 226-229.
36. Venkitasamy, C., Zhao, L., Zhang, R. & Pan, Z. Chapter 6 -Grapes. Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products, *Academic Press* **2019**, (), 133-163:
37. Vyshkvarkova, E., Rybalko, E.A., Baranova, N.V. and Voskresenkaya, E.N. Favorability Level Analysis of the Sevastopol Region's Climate for Viticulture. *Agronomy* **2020**, 10 (9), 1226.
38. Webb, L.B., Whetton, P.H., Barlow, E.W.R. Modelled impact of future climate change on the phenology of wine grapes in Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research* **2007**, 13 (3) 165-175.