



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ  
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

ΕΛΑΙΟΚΟΜΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ - ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ  
ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Του  
Ψυχογιού Δημήτριου

Που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην «Τεχνολογία και Ποιότητα Επιτραπέζιας Ελιάς και Ελαιολάδου» του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Καλαμάτα

Απρίλιος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ  
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

ΕΛΑΙΟΚΟΜΙΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ - ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ  
ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Του

Ψυχογιού Δημήτριου

Που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην «Τεχνολογία και Ποιότητα Επιτραπέζιας Ελιάς και Ελαιολάδου» του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Επιβλέπων: Δρ. Γεώργιος Ζακυνθινός, καθηγητής

Καλαμάτα  
Απρίλιος 2021



UNIVERSITY OF THE PELOPONNESE  
SCHOOL OF AGRICULTURE AND FOOD  
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

MASTER OF SCIENCE (M.SC.) IN  
TECHNOLOGY AND QUALITY OF TABLE OLIVES AND OLIVE OIL

OLIVE GROWING AND CLIMATE CHANGE – THE ROLE OF  
PATHOGENS

Master Thesis

By

Dimitrios Psychogios

Submitted to the faculty for the partial fulfillment of the obligations to obtain a  
Postgraduate Diploma in "Technology and Quality of Table Olive and Olive Oil" of the  
Department of Food Science and Technology of the University of the Peloponnese

Supervisor: Dr. Georgios Zakinthinos Professor

Kalamata  
April 2021

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «Ελαιοκομία και κλιματική αλλαγή - ρόλος των παθογόνων» που παρουσιάστηκε από τον Ψυχογιό Δημήτριο και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

The signatories declare that we have examined the postgraduate diploma thesis titled “Olive growing and climate change – the role of pathogens” presented by **Dimitris Psychogios** and we affirm that it is accepted.

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 1<sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής  
(Name and Signature of 1<sup>st</sup> Commission Member):**

Δρ. Ζακυνθινός Γεώργιος , καθηγητής

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 2<sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής  
(Name and Signature of 2<sup>nd</sup> Commission Member):**

Δρ. Πετρόπουλος Δημήτριος, Αναπληρωτής Καθηγητής

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 3<sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής  
(Name and Signature of 3<sup>rd</sup> Commission Member):**

Ρεκούμη Κωνσταντίνα , Καθηγήτρια Εφαρμογών

Με την υποβολή αυτής της διατριβής, δηλώνω ότι το σύνολο των εργασιών που περιέχονται σε αυτή είναι το δικό μου, πρωτότυπο έργο, ότι εγώ είμαι ο μοναδικός δημιουργός τους (εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά), ότι η αναπαραγωγή και η δημοσίευσή της από το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου δεν θα παραβιάζει οποιαδήποτε δικαιώματα τρίτων και ότι δεν έχω υποβάλει στο παρελθόν το σύνολο ή μέρος αυτής για την απόκτηση οποιουδήποτε τίτλου.

By submitting this thesis, I declare that the entirety of the work contained therein is my own, original work, that I am the sole author thereof (save to the extent explicitly otherwise stated), that reproduction and publication thereof by University of the Peloponnese will not infringe any third party rights and that I have not previously in its entirety or in part submitted it for obtaining any qualification.

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή, Υποψηφίου  
(Surname and first name of the candidate): Ψυχογιός Δημήτριος**

Πνευματική ιδιοκτησία © 2021 Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου  
Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2021 University of the Peloponnese  
All rights reserved

**Copyright © Ψυχογιός Δημήτριος, 2021**

**Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Γεωπονίας και Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.

*Στους γονείς μου*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Οι θερμότερες ευχαριστίες μου απευθύνονται στον υπεύθυνο καθηγητή μου Ζακυνθινό Γεώργιο. Η αναλλοίωτη βοήθειά του με βοήθησε να βελτιώσω τη μύησή μου στον τομέα της ελαιοκομίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές των οποίων οι διαλέξεις παρακολούθησα και οι γνώσεις τους βελτίωσαν τη διατριβή αυτή.

Εν κατακλείδι θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υποστήριξή τους κατά τη διάρκεια αυτής της προκλητικής αλλά ικανοποιητικής περιόδου.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	viii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	x
ABSTRACT.....	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	xiv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	xiii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Προέλευση και βοτανική ταξινόμηση.....	1
1.2 Κλιματικές συνθήκες.....	9
1.3 Καλλιέργεια και συγκομιδή.....	15
1.3.1 Παραδοσιακά αναπτυσσόμενα συστήματα.....	16
1.3.2 Εντατικά αναπτυσσόμενα συστήματα.....	16
1.3.3 Εξαιρετικά εντατικά συστήματα καλλιέργειας φυτών.....	17
1.4 Εχθροί και ασθένειες.....	20
1.4.1 Εντομολογικοί εχθροί.....	21
1.4.1.2 Ο Πυρηνοτρήτης της ελιάς (Prays oleae).....	26
1.4.1.3 Το Λεκάνιο ή μαύρη ψώρα της ελιάς (Saissetia oleae).....	27
1.4.1.4 Ο Ρυγχίτης της ελιάς ( Rhynchites cribripennis ).....	29
1.4.2 Παθογόνοι μύκητες.....	30
1.4.2.1 Η ανθράκωση της ελιάς.....	30
1.4.2.2 Κυκλοκόνιο.....	33
1.4.2.3 Βερτισιλλίωση.....	34
1.4.2.4 Σηψιρριζίες.....	38
1.4.3 Παθογόνα βακτήρια.....	39
1.4.3.1 Xylella fastidiosa.....	39
1.4.3.2 Pseudomonas Savastanoi P.v. savastanoi.....	45
1.4.4 Ιοί.....	46
2. Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ.....	46
2.1 Διακυβερνητική επιτροπή για την κλιματική αλλαγή.....	47
2.2 Κλιματικά μοντέλα.....	53
2.3 Πρόβλεψη για την κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα.....	58
2.4 Μοντελοποίηση επιπτώσεων και προσαρμογών στην κλιματική αλλαγή.....	59
3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....	61
3.1 Καλλιέργεια και ποιότητα.....	65
3.2 Αποδόσεις.....	70



3.3 Παθογόνα .....	71
4. ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ .....	76
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	80

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κλιματική αλλαγή είναι το σημαντικότερο περιβαλλοντικό ζήτημα που αντιμετωπίζει σήμερα η ανθρωπότητα. Η αύξηση της θερμοκρασίας θα έχει ορισμένες σημαντικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, την άγρια ζωή, τις τροφικές αλυσίδες και τελικά την ανθρώπινη ζωή. Η καλλιέργεια της ελιάς είναι υψίστης σημασίας για όλες τις χώρες της Μεσογείου και ειδικότερα για την Ελλάδα. Παρόλο που σαν καλλιέργεια χαρακτηρίζεται από υψηλή ανθεκτικότητα στις κλιματολογικές συνθήκες και σε ασθένειες και εχθρούς δεν σημαίνει ότι είναι άτρωτη.

Οι εντομολογικοί εχθροί και οι μύκητες και τα βακτήρια που προσβάλλουν τα ελαιόδεντρα χρήζουν ιδιαίτερης σημασίας. Ο δάκος, ο πυρηνοτρήτης, η μαύρη ψώρα, ο ρυγχίτης η και η κηκιδόμυγα της ελιάς είναι οι κυριότεροι εχθροί. Η ανθράκωση, η βερτισιλλίωση, η ευτυπίωση, το οίδιο, το κυκλοκόνιο και οι σηψιρριζίες είναι οι βασικότερες ασθένειες που προκαλούνται από μύκητες με την ανθράκωση (γλοιοσπόριο) να θεωρείται η πιο σημαντική. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στο βακτήριο *Xylella fastidiosa* που στο πέρασμά του μπορεί να εξαφανίσει ελαιώνες.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορεί να είναι καταστροφικές για την ελαιοκαλλιέργεια καθώς θα αλλάξει η γεωγραφική κατανομή των φορέων ασθενειών όπως το *Xylella fastidiosa* αλλά και γιατί έντομα εχθροί μπορεί να αυξήσουν τους πληθυσμούς τους.

### Λέξεις- κλειδιά:

κλιματική αλλαγή, ανθεκτικότητα, εντομολογικοί εχθροί, γεωγραφική κατανομή, *Xylella fastidiosa*

## ABSTRACT

Climate change is the most important environmental issue facing humanity today. Rising temperatures will have some significant effects on ecosystems, wildlife, food chains and ultimately human life. The cultivation of olives is of utmost importance for all the Mediterranean countries and especially for Greece. Although as a crop it is characterized by high resistance to climatic conditions and to diseases and enemies does not mean that it is invulnerable.

The entomological enemies and the fungi and bacteria that infect the olive trees need special importance. The scab, the nucleus accumbens, the black scab, rychitis and the olive fly are the main enemies. Anthracnose, Verticillium wilt, mildew, cycloconium and rhinitis are the main fungal diseases . Anthracnose is considered the most important. Particular attention should be paid to the bacterium *Xylella fastidiosa*, which in its passage can destroy olive groves.

The effects of climate change can be devastating for olive cultivation as the geographical distribution of disease vectors such as *Xylella fastidiosa* will change but also because enemy insects can increase their populations.

### **Keywords:**

Climate change, high resistance, entomological enemies, geographical distribution, *Xylella fastidiosa*

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 1. Στεφάνι από κλαδί ελιάς (Κωστελένος, 2012) Σελ. 3
- Σχήμα 2. Απεικόνιση ελαιόδεντρου (Κωστελένος, 2012) Σελ. 5
- Σχήμα 3. Απεικόνιση σύγχρονου ελαιώνα (Βέμμος , 2009) Σελ. 7
- Σχήμα 4. Απεικόνιση χρήσης εργαλείου συγκομιδής ελιάς (Θέριος, 2005) Σελ. 19
- Σχήμα 5. Εσωτερικό παλαιού παραδοσιακού ελαιοτριβείου (Haniotakis, 2005) Σελ. 20
- Σχήμα 6. Καρπός ελιάς προσβεβλημένος από δάκο (Πηγή : Messinialive, 2019) Σελ.24
- Σχήμα 7. Φύλλο ελιάς προσβεβλημένο από το λεκάνιο της ελιάς (Πηγή : Plantopro, 2020) Σελ. 28
- Σχήμα 8. Συμπτώματα ανθράκωσης (α) μουμιοποιημένες και αφυδατωμένες ελιές, (β) νέκρωση και παραγωγή υφών στην επιφάνεια των σάπιων ελιών, (γ) καρπόπτωση, (δ) αποικίες του *Colletotrichum acutatum* και *C. Gloeosporioides* Σελ. 31
- Σχήμα 9. Γενικός κύκλος ζωής των ειδών *Colletotrichum* (Πηγή : De Silva, 2017) Σελ. 33
- Σχήμα 10. Ελαιόδεντρα με τις πέντε διαφορετικές κατηγορίες βαρύτητας *V. dahliae*: (α) ασυμπτωματική, (β) αρχική, (γ) χαμηλή, (δ) μέτρια και (ε) σοβαρά συμπτώματα ασθένειας (Πηγή : Calderón, 2015) Σελ. 35
- Σχήμα 11. Γεωγραφική Κατανομή του Βακτηρίου *X. Fastidiosa* ( Πηγή : EFSA , 2015) Σελ. 40
- Σχήμα 12. Ελαιόδεντρο προσβεβλημένο από *X. Fastidiosa* ( Πηγή : xfactorsproject, 2020) Σελ. 43
- Σχήμα 13. Μηνιαία δεδομένα μέγιστης θερμοκρασίας για την Ελλάδα για το χρονικό διάστημα 1971-2000 (Πηγή : Leaver, 2018) Σελ. 58
- Σχήμα 14. Πρόβλεψη για την διαθεσιμότητα του αρδεύσιμου νερού στη λεκάνη της Μεσογείου (Πηγή : Leaver, 2018 ) Σελ. 63
- Σχήμα 15. Η κλιματική αλλαγή στις Μεσογειακές χώρες (MEDSEC,2009) Σελ. 65
- Σχήμα 16. Προβλεπόμενη πιθανή κατανομή του *Xf subsp. pauca* στην Ευρώπη υπό τις τρέχουσες και μελλοντικές κλιματικές συνθήκες που λαμβάνονται με την τοποθέτηση μοντέλων Bioclim και Domain ( Πηγή : Godefroid, 2020) Σελ. 74

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

- APEX : Agricultural Policy Environmental eXtender ( Γεωργική Πολιτική/Περιβαλλοντικό μοντέλο eXtender )
- FAO : Food and Agriculture Organization ( Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας )
- EFSA : European Food Safety Authority ( Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων )
- BREC : Blackland Research and Extension Center ( Ερευνητικό Κέντρο )
- IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change ( Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος )
- EPIC : Environmental Policy Integrated Climate ( Ολοκληρωμένο Μοντέλο Κλιματικής Περιβαλλοντικής Πολιτικής )
- UNCCD : United Nations Convention to Combat Desertification ( Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για την καταπολέμηση της απερίμωσης στις χώρες που αντιμετωπίζουν σοβαρή ξηρασία )
- EPPO : European Plant Protection Organisation ( Ευρωπαϊκός και Μεσογειακός Οργανισμός Φυτοπροστασίας )
- SLP : Sea Level Atmospheric Pressure( Ατμοσφαιρική Πίεση της Στάθμης της Θάλασσας)
- NPPO : National Plant Protection Organizations ( Εθνικοί Φυτοπροστατευτικοί Οργανισμοί )
- NEPPO : Near East Plant Protection Organization ( Εγγύς Οργανισμός Προστασίας Φυτών Ανατολής )
- IPPC : The International Plant Protection Convention ( Διεθνής Σύμβαση για την Προστασία των Φυτών )
- CIHEAM : International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies ( Διεθνές Κέντρο Προηγμένων Μεσογειακών Αγρονομικών Μελετών )
- RCP8 : ακραίο σενάριο (υψηλές εκπομπές θερμοκηπτικών αερίων)
- Xf : Xylella fastidiosa

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Προέλευση και βοτανική ταξινόμηση

Από τα αρχαία χρόνια μέχρι και τη σύγχρονη εποχή, το ελαιόλαδο αλλά και το δέντρο από το οποίο προέρχεται, η ελιά, αποτελούν για τους τόπους παραγωγής τους ιερά σύμβολα. Υπάρχουν πολλοί μύθοι στην αρχαία Ελλάδα οι οποίοι ξεκάθαρα περιγράφουν την αξία της ελιάς και του ελαιόλαδου για τους αρχαίους Έλληνες. Όμως, και πολλοί άλλοι μεσογειακοί λαοί ενσωμάτωσαν την ελιά και το ελαιόλαδο στην κουλτούρα και τον πολιτισμό τους. Η τοποθέτηση της ελιάς και του ελαιόλαδου σε περίοπτη θέση από πολλούς πολιτισμούς μόνο τυχαία δεν είναι. Άλλωστε, το ελαιόλαδο βρίσκεται ιεραρχικά στην κορυφή της κατηγορίας των πολύτιμων ελαίων. Επίσης, στην Ελλάδα αλλά και στην πλειοψηφία των μεσογειακών χωρών, το ελαιόλαδο καταναλώνεται σε καθημερινή βάση και σε ποικίλες εφαρμογές.

Το ελαιόλαδο διαθέτει κάποιες πολύ σημαντικές ιδιότητες που το χαρακτηρίζουν. Οι ιδιότητες αυτές το καθιστούν ιδιαίτερα ευεργετικό και ωφέλιμο για τον ανθρώπινο οργανισμό. Πιο συγκεκριμένα, η υψηλή περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε βιταμίνη E, τα αντιοξειδωτικά που περιέχει και οι πολυφαινόλες, είναι στοιχεία που εξυψώνουν το ελαιόλαδο στην ιεραρχία της διατροφικής αξίας και κατά συνέπεια το κάνουν πρακτικά απαραίτητο συστατικό μιας υγιούς και ισορροπημένης διατροφής. Στην εποχή μας, υπάρχει μια πληθώρα επιστημονικών μελετών που αποδεικνύουν πως η κατανάλωση ελαιόλαδου προσφέρει στον ανθρώπινο οργανισμό πλήθος ιχνοστοιχείων, βιταμινών, προβιταμινών, μετάλλων, αντιοξειδωτικών στοιχείων και ωφέλιμων λιπαρών. Όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία, βοηθούν καθοριστικά τον ανθρώπινο οργανισμό να θωρακιστεί διαμέσου της δημιουργίας προληπτικών αλλά και κατασταλτικών μηχανισμών που αντιτάσσονται σε σοβαρές παθήσεις όπως είναι τα καρδιαγγειακά νοσήματα και ορισμένες μορφές καρκίνου. Παράλληλα, πολλές σύγχρονες έρευνες υποστηρίζουν πως η κατανάλωση ελαιόλαδου επιβραδύνει με απόλυτα φυσικό τρόπο τη γήρανση του ανθρώπινου οργανισμού (Κωστελένος, 2012).

Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία πως η ελιά είναι πραγματικά ένα αναπόσπαστο στοιχείο της ιστορίας της Ελλάδας αλλά και των περισσότερων χωρών της Μεσογείου. Κομβικό ρόλο στην ανάπτυξη του δέντρου της ελιάς σχεδόν σε ολόκληρη τη μεσογειακή επικράτεια, διαδραμάτισε το κλίμα που επικρατεί στην περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, οι μεσογειακές χώρες χαρακτηρίζονται από ένα κλίμα ήπιο το οποίο δεν περιλαμβάνει ακραία

καιρικά φαινόμενα και μεγάλες διακυμάνσεις όσον αφορά τη θερμοκρασία. Το ήπιο μεσογειακό κλίμα ευνοεί ιδιαίτερα την καλλιέργεια της ελιάς, η οποία καλλιεργείται εκτός από την Ελλάδα, στην Κύπρο, την Ιταλία, τη Σικελία, στα παράλια της Μικράς Ασίας, στη Συρία, στην Παλαιστίνη, στην Ιβηρική Χερσόνησο, στη Νότια Γαλλία αλλά και στα παράλια της Βόρειας Αφρικής.

Η πρώτη ιστορική καταγραφή για τη ύπαρξη του δέντρου της ελιάς χρονολογείται περίπου 60.000 χρόνια πριν από τη εποχή μας. Σύμφωνα με έρευνες που έλαβαν χώρα σε νησιά του Αιγαίου πελάγους, έχουν εντοπιστεί φύλλα που προέρχονται από δέντρα ελιάς και τα οποία υπολογίστηκαν από τους επιστήμονες να είναι σχεδόν 60.000 ετών. Ο πρώτος εντοπισμός αγριελιάς (ως αυτοφυές δέντρο) έγινε στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου, ενώ η ήμερη ελιά πρωτοπαρουσιάζεται στην περιοχή της Μέσης Ανατολής. Η ήμερη ελιά είναι και η ελιά από την οποία παράγεται και το ελαιόλαδο. Η πρώτη εμφάνιση της ήμερης ελιάς χρονολογείται περίπου στο 3.500 π.Χ., και δεν είναι καθόλου τυχαίος ο εντοπισμός της στη Μέση Ανατολή αφού εκεί υπήρχε οργανωμένη καλλιέργεια της γης. Σε αυτό το σημείο, είναι σημαντικό να τονιστεί, πως η παραγωγή του ελαιόλαδου στη Μέση Ανατολή περιλάμβανε εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνταν και για τη διαδικασία της άλεσης των σιτηρών. Μερικά από τα εργαλεία αυτά ήταν οι λίθινοι τριπτήρες, οι χειρόμυλοι και τα γουδιά (Εγκυκλοπαίδεια ελαιοκομίας, 2017).

Για τον τρόπο που ξεκίνησε η διάδοση του τρόπου καλλιέργειας των δέντρων της ελιάς στην περιοχή της Μεσογείου υπάρχουν αρκετές εικασίες. Σύμφωνα με το πιο επικρατές σενάριο, οι Φοίνικες, ένας λαός της ανατολικής Μεσογείου ήταν από τους πρώτους που καλλιέργησαν την ελιά στη Μεσογειακή επικράτεια. Οι Φοίνικες, πιθανολογείται πως ήταν και αυτοί που επικοινωνήσαν την καλλιέργεια της ελιάς στην Κρήτη. Μετά την Κρήτη, η γνώση της καλλιέργειας της ελιάς πέρασε στα υπόλοιπα παράλια της Ελλάδας αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της Δυτικής Μεσογείου. Στην εποχή μας οι χώρες που παράγουν ελαιόλαδο από την Ευρώπη είναι η Ελλάδα, η Ιταλία, η Ισπανία, η Γαλλία και η Πορτογαλία. Το είδος της ελιάς που μπορεί να συναντήσει κανείς στις χώρες – παραγωγούς της Ευρώπης ονομάζεται *Olea Europa*. Το ελαιόλαδο που παράγει το ελαιόδεντρο *Olea Europa* έχει πολύτιμες ευεργετικές ιδιότητες για τον άνθρωπο και είναι πάρα πολύ σημαντικό για την οικονομία των χωρών που το παράγουν.

Ενώ δεν υπάρχει αμφιβολία πως το ελαιόλαδο είναι το βασικό προϊόν που παράγει το ελαιόδεντρο, η ελιά παράγει και άλλα υποπροϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνται από τα αρχαία χρόνια για καλλωπισμό, για φαρμακευτικές εφαρμογές και λοιπές χρήσεις. Βεβαίως, δεν θα πρέπει ακόμα να παραβλέπεται το γεγονός πως το ελαιόλαδο δεν είναι

απλά τροφή για τον άνθρωπο. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί πως όσον αφορά την υγιεινή του ανθρώπινου σώματος, για χιλιάδες χρόνια το ελαιόλαδο ήταν το βασικό μέσο και όχι το σαπούνι το οποίο εμφανίστηκε πολύ μεταγενέστερα. Ακόμα, για αιώνες το ελαιόλαδο χρησιμοποιείτο στα λυχνάρια για φωτισμό, ενώ η καύση του πυρήνα των καρπών της ελιάς γινόταν για τη θέρμανση των σπιτιών. Επίσης, η ποιότητα αλλά και η στιβαρότητα του ξύλου της ελιάς το κατέστησαν ιδανικό για την κατασκευή επίπλων και εργαλείων. Παράλληλα, δεν θα πρέπει να παραβλέπεται και το γεγονός πως το φύλλωμά της ελιάς χρησιμοποιείται και ως λίπασμα (Παρθενίου, 2006).

Επιπροσθέτως, είναι ιδιαίτερα αξιοσημείωτο το γεγονός πως η ελιά αποτελεί για χιλιάδες χρόνια το σύμβολο των Ολυμπιακών αγώνων αλλά και της ειρήνης. Επίσης, οι αρχαίοι Έλληνες, είχαν συνδέσει την ελιά με τη θεά Αθηνά η οποία είναι γνωστή και ως η θεά της σοφίας. Η ελιά είναι μέρος της ταυτότητας των μεσογειακών λαών και αυτό είναι κάτι που εύκολα γίνεται αντιληπτό. Οι παραδόσεις, τα ήθη, τα έθιμα, η ποίηση, η γλυπτική, η ζωγραφική, τα τραγούδια και η διατροφή των λαών της Μεσογείου είναι ποτισμένες από το δέντρο της ελιάς και ελαιόλαδο του.



Σχήμα 1. Στεφάνι από κλαδί ελιάς (Κωστελένος, 2012)

Το πόσο μεγάλη αξία είχε η ελιά στην αρχαία Ελλάδα δεν είναι καθόλου άγνωστο. Είναι χαρακτηριστικό, πως οι νικητές των αγωνισμάτων των Ολυμπιακών αγώνων, στέφονταν με στεφάνι από κλαδί ελιάς. Τα κλαδιά ελιάς με τα οποία στεφάνωναν τους νικητές των αγωνισμάτων προέρχονταν από την ελιά, που βρισκόταν κοντά στο ναό του Δία. Σύμφωνα με την ιεροτελεστία της διαδικασίας της κοπής των κλαδιών της ιερής ελιάς, τα κλαδιά τα έκοβε με χρυσό ψαλίδι ένα αγόρι του οποίου και οι δύο γονείς βρίσκονταν στη ζωή. Μετά την ολοκλήρωση της κοπής των κλαδιών, το αγόρι που τα έκοψε τα μετέφερε στο ναό της θεάς Ήρας όπου και τα τοποθετούσε με προσοχή πάνω σε



μια χρυσελεφάντινη τράπεζα. Από την χρυσελεφάντινη τράπεζα παραλάμβαναν τα ιερά κλαδιά οι κριτές των αρχαίων Ολυμπιακών αγώνων (γνωστοί ως Ελλανοδίκες). Στη συνέχεια, οι Ελλανοδίκες κατασκεύαζαν με τα ιερά κλαδιά στεφάνια τα οποία και προσέφεραν στους νικητές των Ολυμπιακών αγωνισμάτων ως βραβείο

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία που μελετά τη βοτανολογική επιστήμη, οι επιστήμονες έχουν αποδεχτεί και τα τρία υποείδη του *Olea europaea*. Τα υποείδη αυτά είναι το *Olea europaea* var. *Sativa*, το *Olea europaea* var. *olivaster* καθώς και το *Olea europaea* var. *oleaster*. Το υποείδος *Olea europaea* var. *Sativa* περιλαμβάνει όλες εκείνες τις ποικιλίες ελαιόλαδου οι οποίες είναι καλλιεργήσιμες και από τεχνολογική πλευρά διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά τον τρόπο χρήσης του καρπού όπου πρόκειται για την παραγωγή ελαιόκαρπων για επιτραπέζια κατανάλωση, η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τον καρπό προς ελαιοποίηση και η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει καρπούς και για τους δύο σκοπούς που προαναφέρθηκαν. Το υποείδος *Olea europaea* var. *olivaster* περιλαμβάνει τις αυτοφυείς αγριελιές που εντοπίζονται σε κάποιες από τις περιοχές της Μεσογείου και το υποείδος *Olea europaea* var. *oleaster* περιλαμβάνει τα δενδρύλλια των οποίων η προέλευση συνδέεται με τα κουκούτσια ποικιλιών ήμερης ελιάς τα οποία όμως έχουν χαρακτηριστικά από την αγριελιά.

Το δέντρο της ελιάς χαρακτηρίζεται από αρκετές ιδιαιτερότητες. Πιο συγκεκριμένα, η ελιά είναι ένα δέντρο υπεραιώνιο και αειθαλές το οποίο πολλαπλασιάζεται με εύκολο τρόπο. Το γεγονός του εύκολου πολλαπλασιασμού γίνεται αντιληπτό από την δημιουργία δενδρυλλίων από τη διασταύρωση κουκουτσιών με κάποια ποικιλία ήμερης ελιάς. Η συγκριμένη διαδικασία δημιουργεί ένα δέντρο σταυρογονιμοποιούμενο και ανεμόφιλο. Αυτές οι ιδιότητες σημαίνουν πως τα άνθη του δέντρου γονιμοποιούνται με τη γύρη μιας διαφορετικής ποικιλίας που μεταφέρεται μέσω του αέρα. Ένα δέντρο τέτοιου είδους μπορεί να προσαρμοστεί πολύ εύκολα ανάλογα με το κλίμα και το περιβάλλον στο οποίο θα αναπτυχθεί (Βέμμος, 2009).

Επιπροσθέτως, η ελιά είναι ένα δέντρο το οποίο έχει την ικανότητα να επιβιώσει σε τόπους όπου βρέχει ελάχιστα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της ικανότητας του δέντρου της ελιάς, αποτελεί η παρουσία του στην περιοχή της Ανατολικής Κρήτης, μια τοποθεσία όπου οι ετήσιες βροχοπτώσεις είναι κυριολεκτικά ελάχιστες. Ακόμα, η ανθεκτικότητα του δέντρου της ελιάς είναι ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό της. Το δέντρο της ελιάς μπορεί να αναπτυχθεί και να έχει ιδιαίτερα μεγάλη απόδοση σε έδαφος ασβεστολιθικό, σε έδαφος πετρώδες, σε άγονο έδαφος αλλά και σε αμμώδες έδαφος.



Σχήμα 2. Απεικόνιση ελαιόδεντρου (Κωστελένος, 2012)

Δεν υπάρχει αμφιβολία πως ο κλάδος της καλλιέργειας ελαιόδεντρων, καθώς και του συνόλου των προϊόντων που προέρχονται από το ελαιόδεντρο, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι του αγροτικού κλάδου. Ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Ελλάδα αλλά και υπόλοιπες χώρες του ευρωπαϊκού νότου, ο κλάδος της καλλιέργειας ελαιόδεντρων απαρτίζει ένα πάρα πολύ μεγάλο μέρος του συνόλου της γεωργικής παραγωγής και κατ' επέκταση της γεωργικής οικονομίας. Όσον αφορά τη συνολική παραγωγή ελιάς σε διεθνές επίπεδο, η Ευρωπαϊκή Ένωση κατέχει δίχως αμφισβήτηση τα πρωτεία. Άλλωστε, η Ευρωπαϊκή Ένωση παράγει σχεδόν το 70% της συνολικής παραγωγής ελιάς παγκοσμίως. Παράλληλα, η Ευρωπαϊκή Ένωση πραγματοποιεί και τη συντριπτική πλειοψηφία των εξαγωγών ελαιόλαδου σε κράτη τα οποία έχουν μηδενική παραγωγή ελαιόλαδου. Ένα από αυτά τα κράτη που δεν παράγουν ελαιόλαδο παρά μόνο εισάγουν είναι και οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής εισάγουν τεράστιες ποσότητες ελαιόλαδου ετησίως από χώρες που ανήκουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Κωστελένος, 2012).

Στο σημείο αυτό είναι πολύ σημαντικό να αναφερθούν μερικά σημαντικά στοιχεία όσον αφορά την καλλιέργεια ελαιόλαδου στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην Ισπανία και την Ιταλία, η καλλιέργεια ελαιόδεντρων αντιπροσωπεύει περίπου το 8,5% των συνολικών γεωργικών γαιών τους. Σχεδόν παρόμοια είναι και η κατάσταση στην Πορτογαλία με την καλλιέργεια των ελαιόδεντρων να αντιπροσωπεύει το 8% των συνολικών γεωργικών γαιών της χώρας. Από την άλλη πλευρά, στην Ελλάδα, η

καλλιέργεια ελαιόδεντρων αντιστοιχεί στο 20% του συνόλου των γεωργικών εκτάσεων της χώρας. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί και το γεγονός πως στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις σε ελαιόδεντρα ξεπερνούν σε αριθμό τα 1,8 εκατομμύρια.

Από το σύνολο των γεωργικών εκμεταλλεύσεων σε ελαιόδεντρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, το 40% ανήκει στην Ιταλία και την Ισπανία, ενώ το υπόλοιπο 60% ανήκει στην Ελλάδα. Επίσης, η καλλιέργεια των ελαιόδεντρων πέρα από το αναμφισβήτητο γεγονός πως αποτελεί έναν από τους πλέον σημαντικούς κλάδους οικονομικής δραστηριότητας για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που έχουν τη δυνατότητα να δραστηριοποιηθούν στο συγκεκριμένο κλάδο, παρέχει πολλά και σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη.

Σύμφωνα με πρόσφατες στατιστικές έρευνες, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι χώρες που έχουν τη μεγαλύτερη παραγωγή ελαιόλαδου είναι η Ελλάδα, η Ισπανία, η Ιταλία και η Πορτογαλία. Το σύνολο της έκτασης που χρησιμοποιείται για παραγωγή ελαιόλαδου στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι σχεδόν 5 εκατομμύρια εκτάρια. Η Ισπανία κατέχει και τη μεγαλύτερη έκταση με 2,5 εκατομμύρια εκτάρια, ενώ ακολουθεί στη δεύτερη θέση η Ιταλία με περίπου 1,2 εκατομμύρια εκτάρια (Rossi, 2017).

Η Ελλάδα βρίσκεται στην τρίτη θέση καθώς διαθέτει 0,8 εκατομμύρια εκτάρια και η Πορτογαλία στην τέταρτη με σχεδόν 0,4 εκατομμύρια εκτάρια. Οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που βρίσκονται γεωγραφικά βορειότερα έχουν σαφέστατα μικρότερη ή και μηδενική παραγωγή ελαιόλαδου. Ενδεικτικά, στη Γαλλία, η έκταση που χρησιμοποιείται για παραγωγή ελαιόλαδου είναι μόλις 19.000 εκτάρια.

Κατά τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, στην Ελλάδα, αυξήθηκαν σε πολύ μεγάλο βαθμό οι εκτάσεις των ελαιώνων. Αυτό δεν είναι καθόλου τυχαίο αφού συνέπεσε με την εισαγωγή της φύτευσης των ελαιώνων υψηλής πυκνότητας. Αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα, πως το έτος 2007 η έκταση που περιλάμβανε ελαιώνες υψηλής πυκνότητας αντιστοιχούσε σε 800.000 εκτάρια. Το έτος 1991, η έκταση που περιλάμβανε ελαιώνες υψηλής πυκνότητας ήταν 680.000 εκτάρια. Οι ελαιώνες που έχουν ως σκοπό την παραγωγή ελαιόλαδου βρίσκονται τόσο σε ημιορεινές όσο και παράκτιες περιοχές της Ελλάδας. Οι ελαιώνες αυτοί παράγουν τις ποικιλίες της ψιλολιάς στην οποία ανήκει και η πιο σημαντική ποικιλία ελιάς στην Ελλάδα. Αυτή η ποικιλία ελιάς δεν είναι άλλη από την Κορωνέϊκη. Οι ελαιώνες αυτοί που παράγουν τις ποικιλίες της ψιλολιάς και κατ' επέκταση την Κορωνέϊκη, βρίσκονται στην Πελοπόννησο και στην Κρήτη. Καθώς κατά τις τελευταίες δεκαετίες στην Ελλάδα δημιουργήθηκε η ανάγκη για μεγαλύτερη παραγωγή ελαιόλαδου, η παραγωγή εντατικοποιήθηκε (Rossi, 2017).

Αύτη η εντατικοποίηση της παραγωγής ελαιόλαδου στην Ελλάδα έλαβε χώρα διαμέσου της διαδικασίας μηχανοποίησης της παραγωγής και της εξομάλυνσης του εδάφους. Παράλληλα, σημαντικό ρόλο διαδραμάτισε και η άρδευση των ελαιώνων, ένα στοιχείο ιδιαίτερα κρίσιμο για την ποσοτική βελτίωση της παραγωγής. Σταδιακά, στην Ελλάδα σταμάτησε και η μεικτή καλλιέργεια ελαιόδεντρων μαζί με άλλα δέντρα. Πλέον, σχεδόν σε όλους τους ελληνικούς ελαιώνες, η ελιά καλλιεργείται αποκλειστικά και μόνο σε φυτείες ενός είδους.

Στην Ελλάδα, οι παραδοσιακοί ελαιώνες ακόμα και στην εποχή μας έχουν ισχυρή παρουσία. Βέβαια, δεν θα πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός πως η απόδοση των παραδοσιακών ελαιώνων στην Ελλάδα είναι σαφέστατα πιο χαμηλή από αντίστοιχους ελαιώνες που βρίσκονται στην Ισπανία, την Ιταλία και την Πορτογαλία. Σε κάθε περίπτωση, ιδιαίτερα από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 και μετά, δημιουργούνται με αυξανόμενους ρυθμούς εντατικοί ελαιώνες στην Ελλάδα. Αυτοί οι εντατικοί ελαιώνες χαρακτηρίζονται από την πυκνότητα της φύτευσης, καθώς είναι ενδεικτικό πως τοποθετούνται 200 με 300 δέντρα ανά εκτάριο γης (LIFE Focus, 2010).



Σχήμα 3. Απεικόνιση σύγχρονου ελαιώνα (Βέμμος , 2009)

Σταδιακά, σε όλη την ελληνική επικράτεια, οι παραδοσιακοί ελαιώνες χάνουν τη θέση τους και αντικαθίστανται από τους εντατικούς ελαιώνες. Εντούτοις, υπάρχουν ακόμα αρκετοί παραδοσιακοί ελαιώνες στην Ελλάδα και ιδιαίτερα σε δυσπρόσιτες τοποθεσίες της ηπειρωτικής Ελλάδας αλλά και σε πάρα πολλά μικρά νησιά τα οποία όμως έχουν περιοχές με αρκετά μεγάλο υψόμετρο. Η σταδιακή αντικατάσταση των παραδοσιακών ελαιώνων με

σύγχρονους εντατικούς ελαιώνες δεν είναι καθόλου δύσκολο να δικαιολογηθεί. Άλλωστε, οι παραδοσιακοί ελαιώνες χαρακτηρίζονται από χαμηλή παραγωγική δυνατότητα.

Επίσης, στη μεγάλη τους πλειοψηφία, οι παραδοσιακοί ελαιώνες "δουλεύονταν" από παλαιούς παραδοσιακούς αγρότες οι οποίοι αφενός λόγω μεγάλης ηλικίας τους εγκατέλειψαν και αφετέρου δεν υπήρχε διάδοχη κατάσταση με τους περισσότερους νέους να συνεχίζουν τις ζωές τους στα μεγάλα αστικά κέντρα. Ταυτόχρονα, σημαντικό ρόλο στην απομείωση των παραδοσιακών ελαιώνων στα νησιά και στα παραθαλάσσια μέρη διαδραμάτισε και η μεταστροφή των κατοίκων προς τον κλάδο του τουρισμού, έναν κλάδο που υποσχόταν μεγαλύτερα κέρδη σε σχέση με την καλλιέργεια της ελιάς και μάλιστα με μικρότερο κόπο.

Αυτή η νέα τάση σε συνδυασμό και με την κλιματική αλλαγή, επηρέασε καθοριστικά τους παραδοσιακούς ελαιώνες οδηγώντας τους στο σταδιακό αφανισμό. Ιδιαίτερα σε νησιά όπως η Λέσβος και η Κέρκυρα, η μεταστροφή των κατοίκων από την ενασχόληση με τη καλλιέργεια ελιάς στην ενασχόληση με τον τουρισμό είναι ξεκάθαρη. Ταυτόχρονα, τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι παραγωγοί ελαιόλαδου στρέφονται στα βιολογικά προϊόντα και κατ' επέκταση στη βιολογική καλλιέργεια. Είναι εύλογο πως σε παραδοσιακούς ελαιώνες δεν είναι εφικτή η βιολογική καλλιέργεια ελιάς (Βέμμος, 2009).

Όσον αφορά την Ελλάδα, υπολογίζεται πως υπάρχουν περίπου 70.000 εκτάρια βιολογικής καλλιέργειας ελιάς. Σχεδόν το 90% από τη συνολική έκταση βιολογικής καλλιέργειας ελιάς στην Ελλάδα βρίσκεται στην Πελοπόννησο και στην Κρήτη.

Το δέντρο της ελιάς είναι συνυφασμένο με την περιοχή της Μεσογείου. Τόσο από συμβολική πλευρά, όσο και από προϊοντική σκοπιά. Η ελιά όμως είναι κάτι πολύ περισσότερο από ένα προϊόν ή ένα σύμβολο για τις Μεσογειακές χώρες. Είναι ένα βασικό και αναπόσπαστο κομμάτι του πολιτισμού των μεσογειακών χωρών. Σε αυτό το πλαίσιο, εντάσσεται και το γεγονός πως το ελαιόλαδο αποτελεί βασικό συστατικό της γαστρονομίας των μεσογειακών χωρών.

Καθόλου τυχαίο δεν είναι ακόμα και το ότι η κουζίνα των τριών μεγαλύτερων χωρών παραγωγών ελαιόλαδου της Ευρωπαϊκής Ένωσης θεωρείται από τις κορυφαίες παγκοσμίως. Αναφερόμαστε βεβαίως στην ελληνική, την ισπανική και την ιταλική κουζίνα. Μερικά από τα πιο γευστικά και διάσημα παγκοσμίως πιάτα έχουν ως βασικό τους συστατικό το ελαιόλαδο. Επιπροσθέτως, δεν μπορεί να μην τονιστεί πως η παραγωγή αλλά και η εξαγωγή του ελαιόλαδου αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς τομείς της αγροτικής οικονομίας.

Η καλλιέργεια των ελαιόδεντρων είναι σημαντικό μέρος της αγροτικής κουλτούρας των μεσογειακών χωρών και βεβαίως αποτελεί μια πολύ καλή πηγή απασχόλησης για τους ανθρώπους που διαμένουν σε αγροτικές περιοχές. Μάλιστα, σε πολλές παραθαλάσσιες περιοχές, η καλλιέργεια της ελιάς συνδυάζεται για πολλούς κατοίκους με την ενασχόληση με τουριστικές δραστηριότητες κατά τους θερινούς μήνες (Αρβανίτης, 2009).

Αναπόφευκτα, η μεγάλη τεχνολογική ανάπτυξη που συντελείται κατά τα τελευταία χρόνια, έχει επηρεάσει την καλλιέργεια της ελιάς. Η καλλιέργεια της ελιάς σταδιακά εκσυγχρονίζεται και βελτιώνεται με την εισαγωγή μηχανημάτων. Βεβαίως, η εισαγωγή της τεχνολογίας στην καλλιέργεια της ελιάς οδήγησε και στη μείωση της ζήτησης για εργατικό δυναμικό αφού πολλές από τις εργασίες που γίνονταν χειρωνακτικά γίνονται αποτελεσματικότερα από μηχανήματα. Πολύ χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτής της νέας κατάστασης είναι η συγκομιδή των καρπών της ελιάς όπως και το κλάδεμα των ελαιόδεντρων. Και αυτές οι δυο βασικές εργασίες, πραγματοποιούνται πλέον με τη χρήση ειδικών μηχανημάτων.

Είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί πως κατά τα τελευταία χρόνια, η θέση του ελαιόλαδου στην αγορά αλλά και στη συνείδηση του κόσμου ισχυροποιείται. Σίγουρα σε αυτό έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό η παγκόσμια τάση για φυσικά και υγιεινά προϊόντα τα οποία συντελούν στη καλή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Σε αυτό το πλαίσιο, το ελαιόλαδο εισέρχεται σε νέες αγορές αλλά και υιοθετείται από κοινωνικές ομάδες που απορρίπτουν το γρήγορο, το μη υγιεινό και το χαμηλής ποιότητας φαγητό. Πλέον, πολλές εταιρείες έχουν αναγνωρίσει το πόσο σημαντικό είναι το ελαιόλαδο αλλά και τα υποπροϊόντα του.

Άλλωστε, το ελαιόλαδο όχι μόνο προσφέρει πάρα πολλά οφέλη στην υγεία του ανθρώπου αλλά είναι ιδανικό στο να χρησιμοποιείται ως συστατικό σε προϊόντα καλλωπισμού, προσωπικής υγιεινής και ομορφιάς. Λαμβάνοντας υπόψη τα πολλαπλά οφέλη του ελαιόλαδου αλλά και έχοντας στόχο την αύξηση των κερδών τους, πολλές μεγάλες εταιρίες με διεθνή παρουσία επιδιώκουν να δημιουργήσουν και να εισάγουν στην αγορά καινοτόμα προϊόντα με βάση το ελαιόλαδο (Κωστελένος, 2012).

## **1.2 Κλιματικές συνθήκες**

Δεν υπάρχει αμφιβολία πως οι κλιματικές συνθήκες αποτελούν κομβικής σημασίας παράγοντα όσον αφορά τον κλάδο της καλλιέργειας του ελαιόδεντρου. Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε ένα τόπο, σε συνδυασμό με εδαφικά χαρακτηριστικά

αποτελούν τα στοιχεία που θα προσδιορίσουν σε μεγάλο βαθμό την αρμονική ανάπτυξη αλλά και την άρτια καλλιέργεια του ελαιόδεντρου. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως για να υπάρξει καλλιέργεια του ελαιόδεντρου το έδαφος θα πρέπει να διαθέτει συγκεκριμένα ευνοϊκά για την εγκατάσταση του ελαιώνα χαρακτηριστικά και δεν αρκεί απλά να υφίστανται ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες.

Όσον αφορά την καλλιέργεια της ελιάς για εμπορικούς σκοπούς, υπάρχουν δυο βασικές κατηγορίες. Οι δυο αυτές κατηγορίες περιλαμβάνουν την υποτροπική ζώνη και τη ζεστή εύκρατη ζώνη. Η επιλογή της υποτροπικής ζώνης και της ζεστής εύκρατης ζώνης δεν είναι καθόλου τυχαία. Σε αυτές τις δυο ζώνες επικρατούν κλιματικές συνθήκες κατάλληλες για την καλλιέργεια της ελιάς. Από την άλλη πλευρά, σε περιοχές που απέχουν πολύ από τον Ισημερινό (δηλαδή σε περιοχές με υψηλό γεωγραφικό πλάτος) είναι δύσκολο να καλλιεργηθεί το δέντρο της ελιάς αφού οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου θα το καταστρέψουν.

Σε περιοχές που βρίσκονται κοντά στον Ισημερινό, η ελιά μπορεί να αναπτυχθεί αλλά μόνο βλαστικά. Αυτό συμβαίνει επειδή η καρποφορία του δέντρου της ελιάς απαιτεί και ένα επαρκές χειμερινό ψύχος. Σε περίπτωση που το απαιτούμενο για την καρποφορία της ελιάς χειμερινό ψύχος υφίσταται, τότε μπορεί το ελαιόδεντρο να καρποφορήσει ακόμα και σε περιοχές τροπικές που όμως βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο (Θεριός, 2005).

Η θερμοκρασία είναι ένας από τους καθοριστικότερους παράγοντες στην καλλιέργεια του δέντρου της ελιάς. Προκειμένου να καλλιεργηθούν ελαιόδεντρα με εμπορικό σκοπό, η μέση ετήσια θερμοκρασία του τόπου όπου θα γίνει η εγκατάσταση του ελαιώνα θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 15° με 20°C. Η μέγιστη θερμοκρασία στην οποία το δέντρο της ελιάς επιβιώνει δίχως να υποστεί ζημιές είναι οι 40°C. Αντίστοιχα, η ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία το δέντρο της ελιάς επιβιώνει χωρίς να υποστεί ζημιές είναι οι -7°C. Βεβαίως, σε κάθε περίπτωση τα μέγιστα και τα ελάχιστα όρια θερμοκρασίας στα οποία μπορεί να λάβει χώρα η καλλιέργεια του ελαιόδεντρου είναι ενδεικτικά, καθότι η αντοχή του δέντρου της ελιάς επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες. Οι σημαντικότεροι από αυτούς τους παράγοντες είναι το έδαφος στο οποίο λαμβάνει χώρα η καλλιέργεια, ο άνεμος, ο παγετός, οι απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας και το είδος - ποικιλία των ελαιόδεντρων.

Η καλλιέργεια των ελαιόδεντρων σε βαθμούς μέχρι 0°C είναι εφικτή χωρίς μάλιστα να προκαλούνται σημαντικές ζημιές στα δέντρα. Όμως, εάν η θερμοκρασία σε έναν τόπο είναι χαμηλότερη από - 5°C, τότε σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να εγκαθίστανται ελαιώνες. Ακόμα και το δέντρο δεν υποστεί ζημιές από τους παγετούς του χειμώνα και της

άνοιξης, υπάρχει πάρα πολύ μεγάλη πιθανότητα οι παγετοί της άνοιξης να καταστρέψουν τα άνθη της ελιάς που αναπτύσσονται εκείνη την περίοδο. Αποτέλεσμα αυτής κατάστασης θα είναι η είναι η μεγάλη μείωση της παραγωγής σε σχέση με την παραγωγή που ανέμενε ο καλλιεργητής.

Ένας ακόμα ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας στον τομέα της καλλιέργειας της ελιάς είναι η βροχή. Σχετικά με τις περιοχές που χαρακτηρίζονται από ξηρασία, είναι απαραίτητο να αναφερθεί πως το έδαφος αποθηκεύει το νερό που δέχεται από τις βροχοπτώσεις κατά την περίοδο που εκτείνεται από το μήνα Ιανουάριο έως και το μήνα Μάιο. Ιδανικές θεωρούνται οι περιοχές με μη σταθερές βροχοπτώσεις. Ο λόγος που οι περιοχές με ακανόνιστες βροχοπτώσεις είναι ιδανικές για την καλλιέργεια της ελιάς έγκειται στο γεγονός πως κατά τους μήνες του καλοκαιριού καθώς έδαφος έχει ήδη νερό ώστε να εφοδιάσει κατάλληλα τα ελαιόδεντρα και να τα οδηγήσει προς την καρποφορία. Πολύ χαρακτηριστικό είναι το ότι στα εδάφη που υπάρχει επαρκής υδατοχωρητικότητα, το ελαιόδεντρο καρποφορεί σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό ακόμα και εάν οι συνολικές βροχοπτώσεις του έτους δεν ξεπεράσουν τα 200 mm (Μπαλατσούρας, 1994, 2007).

Εντούτοις, δεν μπορεί να μην τονιστεί πως η περίπτωση που αναφέρθηκε είναι σίγουρα αρκετά ακραία και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να μην αναφερθεί η αξία της παρέμβασης των καλλιεργητών. Οι καλλιεργητές πρέπει να παρεμβαίνουν με σκοπό να βοηθήσουν το ελαιόδεντρο να καρποφορήσει σε καλά επίπεδα. Το σωστό κλάδεμα αλλά και η παροχή λιπάσματος είναι μερικές μόνο από τις παρεμβάσεις στις οποίες καλείται να προβεί ο καλλιεργητής.

Η υγρασία που επικρατεί στην ατμόσφαιρα αποτελεί και αυτή έναν παράγοντα που πρέπει να λάβει υπόψη του ο καλλιεργητής της ελιάς. Για την σωστή και απροβλημάτιστη καλλιέργεια της ελιάς, η υγρασία της ατμόσφαιρας θα πρέπει να είναι ελαφρώς ξηρή. Ο λόγος για αυτό είναι ότι με την αύξηση του επιπέδου υγρασίας στην ατμόσφαιρα δημιουργούνται πολύ ευνοϊκές συνθήκες για να αναπτυχθούν έντομα αλλά και μύκητες με επιβλαβείς για τα ελαιόδεντρα επιδράσεις. Πέρα από την υγρασία και η ομίχλη επηρεάζει τη καλλιέργεια της ελιάς. Η συχνή παρουσία ομίχλης μπορεί να δημιουργήσει πολύ σοβαρά προβλήματα στην καρποφορία των ελαιόδεντρων και θεωρείται υπαίτια για τη διαδικασία της ανθόρροιας που οφείλεται στη μη ολοκληρωμένη γονιμοποίηση των ανθών της ελιάς.

Είναι πάρα πολύ σημαντικό να αναφερθεί πως στις περιοχές όπου η χαλαζόπτωση είναι συχνή, η καλλιέργεια των ελαιόδεντρων θα πρέπει να αποφεύγεται. Ιδανικά, η καλλιέργεια των ελαιόδεντρων θα πρέπει να λαμβάνει χώρα μόνο σε περιοχές όπου η



χαλαζόπτωση είναι πολύ σπάνια. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό έχει να κάνει με τις πάρα πολλές ζημιές που προκαλεί το χαλάζι στην καλλιέργεια του δέντρου της ελιάς. Συγκεκριμένα, το χαλάζι προκαλεί πολλές ζημιές που επηρεάζουν και την καρποφορία του δέντρου της ελιάς αλλά και τη βλάστηση του. Επιπροσθέτως, το χαλάζι συντελεί θετικά και στην ανάπτυξη του βακτηρίου της φυματίωσης. Το βακτήριο της φυματίωσης (γνωστό και ως *Pseudomonas savastanoi Smith*), ευθύνεται για τη δημιουργία πληγών τόσο στον καρπό όσο και στο βλαστό του δέντρου της ελιάς.

Πέρα από το φαινόμενο της χαλαζόπτωσης, και ο άνεμος επηρεάζει σε αρκετά μεγάλο βαθμό την καλλιέργεια του ελαιόδεντρου. Ειδικότερα, είναι ευρέως αποδεκτό πως οι άνεμοι που χαρακτηρίζονται από μεγάλη ένταση μειώνουν την παραγωγή των ελαιόδεντρων. Μάλιστα, οι υψηλής έντασης άνεμοι επηρεάζουν αρνητικά την παραγωγή των ελαιόδεντρων ανεξάρτητα από το είδος τους. Αυτό σημαίνει πως ένας βόρειος άνεμος υψηλής έντασης είναι εξίσου επιβλαβής για το ελαιόδεντρο με ένα νότιο άνεμο υψηλής έντασης. Οι άνεμοι υψηλής έντασης μειώνουν την παραγωγή των ελαιόδεντρων καθότι κατά την περίοδο της άνθησής επηρεάζουν πολύ αρνητικά την καρπόδεση. Καρπόδεση είναι η ανάπτυξη της ωοθήκης σε καρπό μετά από επιτυχή γονιμοποίηση. Όλα τα στάδια που αναφέρθηκαν είναι ιδιαίτερα επιρρεπή σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Κατά τη διάρκεια της πλήρους άνθησης του ελαιόδεντρου, λαμβάνουν χώρα κατά σειρά η επικονίαση, η γονιμοποίηση και η καρπόδεση. Η επικονίαση είναι η μεταφορά της γύρης από τους ανθήρες στο στίγμα του υπέρου. Αν το στίγμα είναι δεκτικό ακολουθεί η βλάστηση της γύρης που δίνει το γυρεοσωλήνα ο οποίος περιέχει τον σπερματικό πυρήνα. Η γονιμοποίηση είναι η συγχώνευση του σπερματικού πυρήνα (της γύρης) με τον πυρήνα του ωαρίου που βρίσκεται στην ωοθήκη και δημιουργείται το έμβρυο. Το στίγμα είναι δεκτικό για τη γύρη για χρονικό διάστημα 4 έως και 8 ημερών, γεγονός που περιορίζει και την επιτυχία της επικονίασης.

Δεν υπάρχει αμφιβολία πως ο τόπος στον οποίο ένας ελαιώνας θα εγκατασταθεί θα πρέπει να μελετηθεί και να αξιολογηθεί ενδελεχώς. Βασικός άξονας αυτής της αξιολόγησης οφείλουν να είναι οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν στον υποψήφιο τόπο εγκατάστασης του ελαιώνα. Σε αυτό το πλαίσιο, είναι ιδανικό να επιλεγθεί μια τοποθεσία με κατηφορική κλίση η οποία όμως καταλήγει σε επίπεδη επιφάνεια.

Η επιλογή της τοποθεσίας αυτής συντελεί στο να διαφεύγουν πιο εύκολα τα ψυχρά ρεύματα των ανέμων. Από την άλλη πλευρά, εάν γίνει επιλογή μιας τοποθεσίας επίπεδης η οποία περιβάλλεται από βουνά, οι ελαιώνες θα αντιμετωπίσουν σοβαρό πρόβλημα επιβίωσης αφού θα είναι εκτεθειμένοι κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών σε παγετούς

οι οποίοι θα επιφέρουν καταστροφικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια. Εντούτοις, θα πρέπει να σημειωθεί πως δεν είναι όλες οι τοποθεσίες με απουσία κλίσης πλήρως ακατάλληλες για εγκατάσταση και καλλιέργεια ελαιόδεντρων. Όμως, είναι πολύ σημαντικό όταν αξιολογείται μια επίπεδη τοποθεσία για εγκατάσταση ελαιόδεντρων να είναι σχεδόν σίγουρο πως δεν υπάρχουν παγετοί αλλά και ψυχρά ρεύματα ανέμων (Θέριος, 2005).

Για να έχει το δέντρο της ελιάς καλή παραγωγική απόδοση πρέπει να δέχεται επαρκές ηλιακό φως κατά τη διάρκεια του έτους. Επειδή ακριβώς η ηλιοφάνεια ενός τόπου αποτελεί σημαντικό παράγοντα που θα καθορίσει τη δυνατότητα ή μη καλλιέργειας του δέντρου της ελιάς, οι ιδανικές περιοχές καλλιέργειας είναι σχετικά συγκεκριμένες. Στο γεωγραφικό χώρο της Μεσογείου, οι πιο κατάλληλες τοποθεσίες εγκατάστασης ελαιώνων θεωρούνται εκείνες στις νότιες θέσεις της Μεσογείου σε πιο ψυχρές περιοχές, αλλά και αυτές στις ανατολικές και δυτικές θέσεις της Μεσογείου σε πιο ζεστές περιοχές. Βεβαίως, κατάλληλες για εγκατάσταση ελαιώνων μπορούν να θεωρηθούν και τοποθεσίες που βρίσκονται βορειότερα οι οποίες όμως δέχονται επαρκή έκθεση στο φως του ήλιου.

Σχετικά με την επιλογή του εδάφους για την καλλιέργεια των ελαιόδεντρων, πολλά είναι τα είδη εδάφους που θεωρούνται ικανοποιητικά. Ενδεικτικά, το δέντρο της ελιάς μπορεί να αναπτυχθεί σε πεδιάδες με γόνιμο έδαφος, σε πεδιάδες με άγονο έδαφος, στο ξηρό έδαφος ενός βουνού και σε έδαφος που χαρακτηρίζεται ως αλκαλικό ή και αρκετά όξινο. Άλλωστε, το δέντρο της ελιάς θεωρείται πολύ ανθεκτικό καθώς μπορεί να αναπτυχθεί και να καρποφορήσει σε τύπους εδάφους που για άλλα δέντρα είναι τελείως αδύνατο. Εντούτοις, παρά το γεγονός πως το ελαιόδεντρο είναι από τα πιο ανθεκτικά δέντρα, θα πρέπει να σημειωθεί πως δεν αντέχει τα εδάφη που έχουν διαρκή υγρασία αλλά και τα εδάφη που έχουν pH από 8.5 και πάνω. Στον αντίποδα, το ελαιόδεντρο μπορεί να αναπτυχθεί με αξιοσημείωτους ρυθμούς σε εδάφη με ασβέστιο και βόριο. Επίσης, το ελαιόδεντρο αναπτύσσεται χωρίς πρόβλημα σε εδάφη που το θεικό ασβέστιο δεν ξεπερνά το 10% καθώς και το ένα γραμμάριο χλωριούχου νάτριο σε κάθε χιλιόγραμμο εδάφους (Fooks, 2002).

Η ανάπτυξη των ελαιόδεντρων ευνοείται ιδιαίτερα όταν λαμβάνει χώρα σε τοποθεσίες όπου υπάρχει αρκετό νερό. Από την άλλη πλευρά, η ανάπτυξη των ελαιόδεντρων καθίσταται πολύ πιο δύσκολη όταν λαμβάνει χώρα σε τοποθεσίες με χαμηλό αριθμό βροχοπτώσεων. Ιδιαίτερα όταν γίνεται λόγος για ξερικές περιοχές, τα ελαιόδεντρα προκειμένου να επιβιώσουν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού θα πρέπει το έδαφος να έχει ήδη απορροφήσει την ποσότητα του νερού που είναι αναγκαία για την επιβίωση και την ανάπτυξη τους.

Σε κάθε περίπτωση, για να μπορεί το έδαφος να έχει απορροφήσει την ποσότητα του νερού που είναι αναγκαία για την επιβίωση και την ανάπτυξη των ελαιόδεντρων, θα πρέπει να διαθέτει και το απαραίτητο βάθος προκειμένου να έχει την ικανότητα διατήρησης νερού. Αυτή η ικανότητα διατήρησης νερού συνεπάγεται πως το έδαφος έχει το βάθος έτσι ώστε να διατηρήσει για ένα ικανοποιητικό χρονικό διάστημα την αναγκαία ποσότητα νερού (η οποία δεν θα πρέπει να εξατμίζεται εύκολα από τον ήλιο) για την καλλιέργεια των ελαιόδεντρων. Σε αυτό το πλαίσιο προκύπτει η διαπίστωση πως αφενός το έδαφος θα έχει πρέπει να έχει το κατάλληλο βάθος και αφετέρου το χώμα του εδάφους να είναι διαπερατό. Το να είναι το χώμα διαπερατό επιτρέπει την απορρόφηση του νερού με ταχείς ρυθμούς. Επίσης, στα εδάφη που καλλιεργούνται ελαιόδεντρα, το νερό θα πρέπει να συγκρατείται σε όλα τα στρώματα του εδάφους. Τα αμμώδη και ελαφρά εδάφη έχουν αυτή την ιδιότητα τόσο στα επιφανειακά όσο και στα βαθύτερα τους στρώματα και ως εκ τούτου είναι και τα πλέον ιδανικά για την καλλιέργεια ελαιόδεντρων.

Όσον αφορά τα αμμώδη εδάφη, αυτά που θεωρούνται και τα πιο ιδανικά για καλλιέργεια ελαιόδεντρων είναι τα αποτελούμενα από διαπερατά στρώματα. Τα αμμώδη εδάφη με διαπερατά στρώματα είναι σαφέστατα ιδανικότερα για καλλιέργεια ελαιόδεντρων από τα αμιγώς αμμώδη εδάφη, καθότι είναι πλούσια τόσο σε νερό όσο και σε θρεπτικά συστατικά. Τα ελαιόδεντρα ευδοκιμούν σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό σε καλά αποστραγγισμένα εδάφη, και προτείνεται να επιλέγονται πηλώδη εδάφη με αμμώδεις επιφάνειες. Στα πηλώδη εδάφη με αμμώδεις επιφάνειες, μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη καλλιέργεια του εδάφους, η ιδανική ανάπτυξη των ριζών αλλά και η συγκομιδή των ελαιόκαρπων σε καιρικές συνθήκες βροχής (Μπαλατσούρας, 2007).

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως και η περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο είναι ένας κρίσιμος παράγοντας για την καλλιέργεια του ελαιόδεντρου. Το έδαφος που προορίζεται για μια τέτοια καλλιέργεια θα πρέπει να περιέχει και μια ποσότητα αργίλου η οποία θα κυμαίνεται σε ποσοστό από 10% έως και 30%.

Από όσα προαναφέρθηκαν, εξάγεται το συμπέρασμα πως ποσότητα αργίλου στο έδαφος είναι ένας καθοριστικός παράγοντας στην καλλιέργεια του δέντρου της ελιάς. Ανεξάρτητα εάν αναφερόμαστε σε εδάφη ξερικά ή σε εδάφη ποτιστικά ή σε ενδιάμεσης κατηγορίας εδάφη, ο κομβικός παράγοντας που καθορίζει τη ροή, τη συγκράτηση αλλά και την απορρόφηση του νερού που δέχεται το έδαφος σε περιόδους βροχοπτώσεων, είναι η ποσότητα αργίλου που περιέχεται σε αυτό. Πιο συγκεκριμένα, σε τοποθεσίες στις οποίες η ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται κατά μέσο όρο στα 200 mm, ιδανικό θεωρείται το έδαφος με περιεκτικότητα σε άργιλο 10%. Αντίστοιχα, σε τοποθεσίες στις οποίες η ετήσια

βροχόπτωση είναι κατά μέσο όρο μεταξύ 400 mm με 600 mm, ιδανικό θεωρείται το έδαφος του οποίου η περιεκτικότητα σε άργιλο κυμαίνεται μεταξύ 20% και 30% (Fooks, 2002).

Σε κάθε περίπτωση, οι περιπτώσεις που προαναφέρθηκαν είναι ενδεικτικές και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να αποτελούν το μοναδικό στοιχείο αξιολόγησης της καταλληλότητας εδάφους για καλλιέργεια ελαιόδεντρων. Αντίθετα, θα πρέπει να αξιολογούνται πάντα σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία που χαρακτηρίζουν το έδαφος όπως η χωρητικότητα του νερού στο έδαφος αλλά και η διαπερατότητα. Εάν το έδαφος σε μια τοποθεσία χαρακτηρίζεται από στρώματα σκληρά και αδιαπέραστα, τότε στο έδαφος αυτό η καλλιέργεια ελαιόδεντρων είναι αδύνατη καθότι θα συγκεντρώνονται μετά από βροχοπτώσεις πάρα πολύ μεγάλες ποσότητες νερού.

### **1.3 Καλλιέργεια και συγκομιδή**

Στην ΕΕ συνυπάρχουν διαφορετικά συστήματα καλλιέργειας της ελιάς ακόμη και στην ίδια χώρα, περιοχή ή νομό. Όλα έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και παίζουν σημαντικό ρόλο στο εκάστοτε αγρο-οικοσύστημα (Fernández-Escobar et al., 2015). Στην ΕΕ, η ελαιοκαλλιέργεια τείνει να μετακινείται από παραδοσιακά χαμηλής πυκνότητας συστήματα σε νέα συστήματα υψηλής πυκνότητας, συμπεριλαμβανομένων των υπερ-εντατικών φυτειών που είναι εγκατεστημένες κυρίως στις κύριες περιοχές ελαιοκαλλιέργειας της Ισπανίας (ποικιλία *arbequina*) και της Ιταλίας με στόχο τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων και τη μείωση του κόστους συγκομιδής.

Όλες αυτές οι αλλαγές έχουν επηρεάσει την επίπτωση και τη σοβαρότητα των εντομολογικών εχθρών αλλά και των ασθενειών, και για ορισμένα από αυτά τα νέα συστήματα παραγωγής ελιάς έχουν προκύψει ορισμένα προβλήματα ή επανεμφανίζονται άλλα που είχαν εκλείψει στο παρελθόν ως συνέπεια των αλλαγών στη διαχείριση των καλλιεργειών. Οι πιο συχνές αλλαγές είναι :

- εισαγωγή άρδευσης
- αύξηση της πυκνότητας φύτευσης
- μηχανικό κλάδεμα
- χρήση καλλιεργειών κάλυψης

### **1.3.1 Παραδοσιακά αναπτυσσόμενα συστήματα**

Τα περισσότερα από τα ελαιόδεντρα παγκοσμίως βρίσκονται σε αρχαίες περιοχές ελαιοκαλλιέργειας που καλλιεργούνται παραδοσιακά σε εκτεταμένη μη αρδευόμενη καλλιέργεια. Αυτοί οι ελαιώνες χαρακτηρίζονται από τη χρήση προσαρμοσμένων, τοπικών ποικιλιών, χαμηλής πυκνότητας  $\leq 100$  δέντρων / εκτάριο και χαμηλού ή μηδενικού μηχανισμού. Η αποδοτικότητά τους είναι συνήθως χαμηλή και, σε ορισμένες περιπτώσεις, το κόστος παραγωγής ελαιολάδου μπορεί να είναι υψηλότερο από την τιμή αγοράς του .

Σημαντικά μέρη αυτών των παραδοσιακών ελαιώνων βρίσκονται σε περιοχές με οριακές κλιματικές συνθήκες (ακραίες θερμοκρασίες, φτωχά εδάφη) ή σε περιοχές με σημαντικές πλαγιές, παίζοντας σημαντικό ρόλο στη συντήρηση του εδάφους ή του τοπίου. Υπό αυτές τις συνθήκες, οι πιθανότητες εντατικοποίησης ή μηχανοποίησης είναι χαμηλές για αυτά τα συστήματα. Κατά συνέπεια, σε αυτά τα συστήματα μπορούν να αναζητηθούν εισοδήματα διαφορετικά από την άμεση παραγωγή υπό τοπικές ή κοινωνικές χρήσεις.

Η βιολογική γεωργία υιοθετείται επίσης ως επιλογή για αύξηση του οφέλους τους. Όταν αυτοί οι παραδοσιακοί ελαιώνες βρίσκονται σε πιο επίπεδες ή χαμηλές πλαγιές, υπάρχει ακόμη περιθώριο για μετατροπή σε πιο εντατικά συστήματα ή εισαγωγής κάποιου μηχανισμού (π.χ. εισαγωγή άρδευσης κατά στάγδην, εάν υπάρχει νερό αλλά και μερική μηχανική συγκομιδή) ή μετατροπή σε βιολογική καλλιέργεια.

### **1.3.2 Εντατικά αναπτυσσόμενα συστήματα**

Από τη δεκαετία του '70, η ανάπτυξη της άρδευσης και οι νέες τεχνικές διαχείρισης και συγκομιδής έχουν αλλάξει δραματικά τα συστήματα παραγωγής ελιάς. Η ελιά έχει θεωρηθεί ως πολύ επικερδής καλλιέργεια και νέες φυτείες έχουν δημιουργηθεί σε νέες περιοχές με υψηλότερη διαθεσιμότητα νερού ή με αρδευτικές υποδομές (δεξαμενές νερού) και επίσης με τη χρήση εδαφών με καλύτερες εδαφοκλιματικές συνθήκες και πιο παραγωγικές, προηγουμένως αφιερωμένες σε άλλες κερδοφόρες καλλιέργειες.

Αυτό επέτρεψε κυρίως την εντατικοποίηση της ελαιοκαλλιέργειας με αύξηση της πυκνότητας των δέντρων (έως 400 δέντρα / εκτάριο), με την τελική πυκνότητα των δέντρων να καθορίζεται κυρίως από τη διαθεσιμότητα νερού και σε μικρότερο βαθμό από το σύστημα συγκομιδής ή την ελιά (Landa, 2019).

### 1.3.3 Εξαιρετικά εντατικά συστήματα καλλιέργειας φυτών

Στις αρχές της δεκαετίας του '90, ως συνέχεια της διαδικασίας εντατικοποίησης κυρίως στην Ισπανία και την Ιταλία, οι ελαιώνες που είχαν ως σύστημα μόρφωσης την παλμέτα εμφανίστηκαν ως ένα σύστημα ικανό να μειώσει δραματικά την εργασία που απαιτείται για τη συγκομιδή. Βασίζεται κυρίως σε πυκνότητες μεταξύ 1.000-2.500 δέντρων / εκτάριο με απόσταση σειράς που μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 3,75 x 1,35 m, και πάντα με στάγδην άρδευση.

Για τη συγκομιδή χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα μηχανήματα. Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι οι χαμηλές απαιτήσεις εργασίας κατά τη συγκομιδή και η πρόωμη είσοδος στην εμπορική παραγωγή, τρία χρόνια μετά τη φύτευση. Ένα από τα κύρια προβλήματα είναι η μεγάλη επένδυση που απαιτείται για την εγκατάσταση της φυτείας και η υπερβολική σφριγηλότητα ορισμένων ποικιλιών που καθιστούν απαραίτητο ένα πιο συχνό και σοβαρό κλάδεμα που επηρεάζει τις αποδόσεις του επόμενου έτους. Επί του παρόντος έχουν δημιουργηθεί ορισμένα πειραματικά οικόπεδα οπωρώνων σε ξηρά καλλιέργεια στα 7 x 2 m.

Η συγκομιδή της ελιάς δεν μπορεί να γίνει οποιαδήποτε στιγμή μέσα σε ένα ημερολογιακό έτος. Αντιθέτως, η συγκομιδή της ελιάς λαμβάνει χώρα το χρονικό διάστημα που εκτείνεται από τα μέσα του φθινοπώρου έως και τις τελευταίες μέρες του φθινοπώρου. Άλλωστε, μόνο κατά τη χρονική περίοδο που προαναφέρθηκε, ο καρπός του δέντρου της ελιάς έχει φτάσει στο σημείο ωριμότητας και συνεπώς μπορεί η διαδικασία της συγκομιδής του να αρχίσει. Για πάρα πολλά χρόνια, η διαδικασία της συγκομιδής του καρπού της ελιάς γινόταν αποκλειστικά και μόνο με το χέρι. Ακόμα και στις μέρες μας, σε πάρα πολλούς ελαιώνες, η πρακτική αυτή δεν έχει αλλάξει. Βεβαίως, πρέπει να τονιστεί πως η παραδοσιακή συγκομιδή του καρπού της ελιάς συμβαίνει πλέον είτε σε ελαιώνες μικρού και μεσαίου μεγέθους είτε σε ελαιώνες που τους διαχειρίζονται αγρότες παλαιότερων γενεών (Landa, 2019).

Η διαδικασία της παραδοσιακής συγκομιδής της ελιάς είναι ευρέως γνωστή στην Ελλάδα με την ονομασία "μάζεμα της ελιάς" και αναμφίβολα αποτελεί για τους αγρότες των χωρών της Μεσογείου μια από τις πιο σημαντικές δραστηριότητες. Είναι πολύ ενθαρρυντικό το γεγονός πως ακόμα και στην εποχή που διανύουμε, οι νέες γενιές αγροτών των μεσογειακών χωρών, αγκαλιάζουν με πάθος και δημιουργικό πνεύμα την καλλιέργεια της ελιάς αφενός με σεβασμό στις παραδόσεις και αφετέρου με δυναμική εισαγωγή των ιδεών και της τεχνολογικής εξοικείωσης που διαθέτουν.

Παρά το γεγονός πως ακόμα και στη δεκαετία που διανύουμε η παραδοσιακή μέθοδος συγκομιδής της ελιάς κατέχει μια σχετικά σημαντική θέση, η εισαγωγή της τεχνολογίας έχει επιφέρει νέα δεδομένα στον κλάδο της καλλιέργειας της ελιάς. Πιο συγκεκριμένα, στην καλλιέργεια της ελιάς, χρησιμοποιούνται νέα εργαλεία και νέες πρακτικές που όχι μόνο διευκολύνουν την όλη διαδικασία, αλλά παράλληλα αυξάνουν και την αποτελεσματικότητα σε μεγάλο βαθμό.

Όσον αφορά τη διαδικασία της συγκομιδής του καρπού της ελιάς, το δίκτυ περισυλλογής αλλά και το εργαλείο με την ονομασία "χτένι" αποτέλεσαν σημαντικά "όπλα" για την βελτίωση της. Το "χτένι" βοηθά πάρα πολύ στην ταχύτερη αλλά και στην πιο αποτελεσματική απόσπαση του καρπού από το δέντρο. Ταυτόχρονα, στο έδαφος που βρίσκεται κάτω από το δέντρο, τοποθετείται το δίκτυ περισυλλογής των καρπών. Σε περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμο δίκτυ περισυλλογής, ακριβώς την ίδια δουλειά μπορούν να επιτελέσουν ειδικά πανιά περισυλλογής (Landa, 2019).

Σε κάθε περίπτωση, ανεξάρτητα από τη μέθοδο περισυλλογής που χρησιμοποιεί ο εκάστοτε καλλιεργητής, είναι σημαντική η χρήση ανθεκτικής και ασφαλούς σκάλας η οποία θα παρέχει πρόσβαση στα πιο ψηλά αλλά και τα πιο δυσπρόσιτα σημεία του δέντρου της ελιάς.

Ένα σημαντικό σημείο κατά τη διαδικασία της συγκομιδής των καρπών της ελιάς, είναι όταν οι καρποί πέσουν από δέντρο. Τότε, οι αγρότες πρέπει να τινάξουν τα άκρα των πανιών περισυλλογής έτσι ώστε να δημιουργηθούν σωροί. Το επόμενο βήμα της διαδικασίας είναι ο καθαρισμός, αφού οι σωροί που δημιουργήθηκαν αναπόφευκτα θα περιέχουν πέρα από τους καρπούς, κλαριά αλλά και τσαμπιά. Ο καθαρισμός μπορεί να γίνει με δύο τρόπους, είτε με το χέρι είτε με τη συμβολή της κοσκινίστρας. Η κοσκινίστρα είναι ένα εργαλείο που καθαρίζει τους σωρούς με ταχύτητα και αποτελεσματικότητα και εφόσον είναι διαθέσιμο στον καλλιεργητή, είναι σαφέστατα προτιμότερο από τη χειρωνακτική διαδικασία καθαρισμού.

Η επίσημη ονομασία της κοσκινίστρας στον κλάδο της καλλιέργειας της ελιάς είναι κόσκινο ελιάς. Το κόσκινο ελιάς ως μηχανήμα - εργαλείο χωρίζεται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι τα χειροκίνητα κόσκινα, η δεύτερη κατηγορία είναι τα ηλεκτρικά κόσκινα και η τρίτη κατηγορία τα κόσκινα ελιάς αέρα με βενζινοκινητήρα. Τα κόσκινα ελιάς είναι σχεδιασμένα για τον καθαρισμό του ελαιοκάρπου από τα φύλλα σε πολύ υψηλό ποσοστό. Είναι χαρακτηριστικό, πως ένα κανονικής τιμής κόσκινο ελιάς έχει ικανότητα καθαρισμού που αγγίζει ή και πολλές φορές υπερβαίνει το 90%. Συνεπώς, αυτή η αποτελεσματικότητα οδηγεί και στην εξασφάλιση καλύτερης ποιότητας λαδιού για τον

καλλιεργητή. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας του καθαρισμού, οι ελιές πρέπει να μεταφερθούν άμεσα σε ασφαλές και προστατευμένο από καιρικά φαινόμενα αποθηκευτικό χώρο.



Σχήμα 4. Απεικόνιση χρήσης εργαλείου συγκομιδής ελιάς (Θέριος ,2005)

Η μεταφορά των καρπών της ελιάς σε αποθηκευτικό χώρο μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους. Οι πιο συνηθισμένοι είναι τα σακιά μεταφοράς, τα δοχεία μεταφοράς, οι κουβάδες και οι τενεκέδες. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως η απομάκρυνση των φύλλων του δέντρου δεν είναι κάτι που πρέπει απαραίτητα να γίνει πριν τη μεταφορά του καρπού στο ελαιοτριβείο. Άλλωστε, τα σύγχρονα ελαιοτριβεία διαθέτουν ειδικά μηχανήματα τα οποία εκπέμπουν αέρα και απομακρύνουν τα φύλλα με μεγάλη αποτελεσματικότητα (Θέριος, 2005).

Δεν είναι καθόλου ασυνήθιστο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της συγκομιδής να αποκόπτονται συγκεκριμένα κλαδιά του δέντρου. Η αποκοπή των κλαδιών του δέντρου γίνεται με πριόνι και πάντα με ιδιαίτερη προσοχή. Οι βασικοί λόγοι που γίνεται η αποκοπή των κλαδιών είναι το να διευκολυνθεί η διαδικασία της συγκομιδής αλλά και το να ενισχυθεί η σωστή ανάπτυξη του δέντρου.

Στην περίπτωση των ελαιώνων πολύ μεγάλης έκτασης, η διαδικασία συγκομιδής των καρπών γίνεται με ειδικά μηχανήματα. Η ονομασία των μηχανημάτων αυτών είναι βέργες ελαιοσυλλογής. Οι βέργες ελαιοσυλλογής χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Ο διαχωρισμός αυτός έχει ως βασικό άξονα την αρχή λειτουργίας της βέργας ελαιοσυλλογής. Οι δύο πιο γνωστές κατηγορίες είναι οι παλμικές βέργες ελαιοσυλλογής και οι περιστροφικές βέργες ελαιοσυλλογής. Η τρίτη κατηγορία είναι η πιο καινούρια και



περιλαμβάνει τις βέργες ελαιοσυλλογής που συνδυάζουν χαρακτηριστικά τόσο από τις παλμικές όσο και από τις περιστροφικές βέργες ελαιοσυλλογής.

Ανεξάρτητα από την κατηγορία στην οποία ανήκουν, όλες οι βέργες ελαιοσυλλογής διέπονται από μια κοινή βασική αρχή λειτουργίας. Σε κάθε βέργα ελαιοσυλλογής υπάρχει ένας κινητήρας πάρα πολύ κοντά από τη χειρολαβή. Αυτός ο κινητήρας δίνει στη βέργα τη δυνατότητα κίνησης. Ο κινητήρας αυτός προκειμένου να λειτουργήσει, μπορεί να τροφοδοτείται είτε από ρεύμα είτε από βενζίνη. Κατά την τελευταία δεκαπενταετία οι βέργες ελαιοσυλλογής εξελίχθηκαν σε πολύ μεγάλο βαθμό και χαρακτηρίζονται τόσο από εξαιρετική απόδοση όσο και από την ελάχιστη φθορά που προκαλούν στο δέντρο της ελιάς.



Σχήμα 5. Εσωτερικό παλαιού παραδοσιακού ελαιοτριβείου(Haniotakis, 2005)

#### 1.4 Εχθροί και ασθένειες

Ο κατάλογος των οργανισμών που είναι δυνητικά επιβλαβείς για την ελιά περιλαμβάνει πάνω από 255 είδη αυτή τη στιγμή και ο αριθμός αυξάνεται με την ταυτοποίηση νέων, ιδίως ακάρεων, νηματωδών και παθογόνων μικροοργανισμών. Περίπου τα μισά από αυτά είναι παράσιτα, ενώ τα υπόλοιπα είναι μικροοργανισμοί και παθογόνοι μύκητες και βακτήρια που προκαλούν ασθένειες. Ωστόσο, μόνο ένας μικρός αριθμός αυτών μπορεί να προκαλέσει ζημιά οικονομικής σημασίας στην ελιά (Haniotakis, 2005).

Από φυτοϋγειονομική προσέγγιση, οι ελαιώνες μπορούν να θεωρηθούν ως απλά γεωργικά συστήματα. Αυτό οφείλεται στην περιβαλλοντική τους σταθερότητα, στον προσανατολισμό της παραγωγής τους, στον μικρό αριθμό πραγματικά επιβλαβών παθογόνων, στην ανοχή στις παραγόμενες ζημιές και στην αφθονία των φυσικών εχθρών.

Λόγω αυτών των γεγονότων, ο αριθμός των χημικών επεξεργασιών παραμένει χαμηλός σε σύγκριση με άλλες καλλιέργειες (Alvarado et al., 2008).

#### 1.4.1 Εντομολογικοί εχθροί

Ωστόσο, η ελαιοκαλλιέργεια σχετίζεται στενά με διάφορους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες που όχι μόνο αποδεικνύουν την ιδιαιτερότητα των παρόντων οργανισμών, αλλά και καθορίζουν τις μεταβολές του πληθυσμού τους. Μια μόνο αλλαγή σε ένα από αυτά επηρεάζει ολόκληρη την ισορροπία του αγροσυστήματος. Για παράδειγμα, αν και έχουν αναφερθεί περισσότεροι από 225 παθογόνα είδη όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι πιο σημαντικοί εντομολογικοί εχθροί που επηρεάζουν αυτήν την καλλιέργεια είναι ο δάκος της ελιάς και ο πυρηνοτρήτης της ελιάς. Ωστόσο, από τη δεκαετία του 1960 έως σήμερα, ως αποτέλεσμα της κατάχρησης των φυτοφαρμάκων για την καταπολέμηση αυτών των δύο εντόμων, ένα άλλο, το λεκάνιο της ελιάς (μαύρη ψώρα), αύξησε τον πληθυσμό του, προκαλώντας διαφορετικές αλλά εξίσου σημαντικές ζημιές (Alvarado et al., 2008).

Τα προαναφερθέντα τρία έντομα είναι στη χώρα μας αλλά και παγκοσμίως οι πιο επιζήμιοι εντομολογικοί εχθροί της ελαιοκαλλιέργειας. Στην Ελλάδα ξεχωρίζουν και χρίζουν επίσης προσεκτικής παρακολούθησης ο ρυγχίτης, η βαμβακάδα και οι κηκιδόμηγες της ελιάς.

##### 1.4.1.1 Ο δάκος της ελιάς, *Bactrocera oleae* (Rossi)

Ο δάκος της ελιάς, *Bactrocera oleae* (Rossi), βοτανικά ανήκει στην οικογένεια *Tephritidae* της τάξης των διπτέρων. Το συγκεκριμένο έντομο προτιμά να προσβάλλει αρδεύσιμους ελαιώνες ή ποικιλίες ελιών που χαρακτηρίζονται μεγαλόκαρπες (κονσερβολιά, καλαμών). Μόλις εμφανιστούν τα ενήλικα θηλυκά εναποθέτουν τα αυγά τους μέσα στους καρπούς της ελιάς, η ωοτοκία συνήθως ξεκινά το μήνα Ιούλιο που σηματοδοτείται και η τήξη του πυρήνα στα ελαιόδεντρα.

Το *Bactrocera oleae* λοιπόν είναι ένα διαδεδομένο, μονοφάγο έντομο που τρέφεται αποκλειστικά με άγριες και καλλιεργημένες ελιές (Daane and Johnson, 2010). Γενετικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι ο δάκος είναι εγγενής στην Αφρική, όπου τα αρχικά φυτά ξενιστές του ήταν άγρια πρόδρομα είδη της ελιάς που καλλιεργείται σήμερα εκτεταμένα στη λεκάνη της Μεσογείου (Yu, 2017) Η ευρεία διάδοση αυτού του παράσιτου πιθανότατα οφείλεται στη γεωγραφική εξάπλωση των δραστηριοτήτων ελαιοκαλλιέργειας. Βρίσκεται επίσης σε όλες τις χώρες όπου η ελαιοκαλλιέργεια έχει εισαχθεί τα τελευταία χρόνια, όπως

οι ΗΠΑ, η Κίνα, αλλά δεν έχει παρατηρηθεί στη Νότια Αμερική και την Αυστραλία (Daane and Johnson, 2010).

Τα τέσσερα στάδια που έχει ο δάκος της ελιάς είναι :

1. Αυγά: Το θηλυκό ενήλικο εναποθέτει ένα αυγό μέσα στους αναπτυσσόμενους καρπούς της ελιάς, οπότε δεν είναι ορατό . Τα θηλυκά συνήθως εναποθέτουν ένα αυγό ανά ελιά. Τα πρόσφατα εναποτιθέμενα αυγά του δάκου είναι αδιαφανή και κρεμ λευκού χρώματος. Τα αυγά έχουν μήκος περίπου 0,74 mm και πλάτος 0,21 mm , το σχήμα είναι χαρακτηριστικό της οικογένειας *Tephritidae* είναι δηλαδή επιμήκη και κάπως κυρτά. Διατηρούν αυτήν την εμφάνιση μέχρι το χρόνο εκκόλασης, όταν η πρώτη προνύμφη είναι ορατή μέσω του χορίου (η μεμβράνη που περιβάλλει το αυγό) (Genc , 2014).
2. Προνύμφες: Οι προνύμφες αναδύονται από το πρόσθιο άκρο του αυγού και κινούνται βαθιά μέσα στον καρπό της ελιάς για να τραφούν (Hanife 2014). Όπως και με το αυγό, η προνύμφη δεν θα είναι ορατή έως ότου ο καρπός τεμαχιστεί . Οι προνύμφες είναι τυπικές προνύμφες της οικογένειας *Tephritidae* : μικρές (μήκους 5-6 mm, πλάτους 1,5 mm), επιμήκεις και ελαφρώς κωνικές σε κάθε άκρο .
3. Pupa: Η νύμφωση συμβαίνει συνήθως μέσα στον καρπό της ελιάς, αλλά μπορεί να παρατηρηθεί και στο έδαφος ανάλογα με την εποχή του έτους και τον αριθμό των γενεών. Η νύμφωση είναι πιο πιθανό να πραγματοποιηθεί στο έδαφος στο τέλος της σεζόν σε περιοχές όπου υπάρχουν πολλές γενιές ανά έτος (Rice , 2000).
4. Ενήλικα: Τα ενήλικα άτομα του δάκου της ελιάς είναι πολύ μικρά - μήκους περίπου 5 mm, με άνοιγμα φτερών 10 mm . Τα φτερά είναι σε μεγάλο βαθμό διαφανή, με ένα σκούρο καφέ-μαύρο σημείο στην άκρη κάθε πτέρυγας. Ο θώρακας και η κοιλιά του ενήλικου δάκου μύγας είναι ως επί το πλείστον σκούρα καφέ έως μαύρο, με κίτρινα-καφέ σημάδια και κοντές, ασημί τρίχες . Το θηλυκό έχει οδοντωτή ωοθήκη που χρησιμοποιείται για να τρυπήσει την εξωτερική επιδερμίδα των φρούτων κατά την ωοτοκία.

#### **1.4.1.1 Βιολογικός Κύκλος**

Το θηλυκό ενήλικο εναποθέτει αυγά μέσα σε αναπτυσσόμενες ελιές, χρησιμοποιώντας την οδοντωτή ωοθήκη για να διατρύψει τον εξωτερικό φλοιό του καρπού της ελιάς. Τα αυγά εκκολάπτονται δύο έως τρεις ημέρες αργότερα και οι προνύμφες αρχίζουν να τρέφονται με τη σάρκα της ελιάς . Το στάδιο των προνυμφών διαρκεί περίπου 20 ημέρες (Rice, 2000). Η νύμφωση μπορεί να συμβεί εντός του καρπού

της ελιάς ή στο έδαφος. Η νύμφωση στο έδαφος είναι πιο πιθανό τους χειμερινούς μήνες και αυτό το στάδιο μπορεί να διαρκέσει έως και έξι μήνες. η καλλιέργεια εντός των καρπών της ελιάς διαρκεί περίπου 8-10 ημέρες (Vossen et al. 2006).

Σε αντίθεση με τις προνύμφες, τα ενήλικα άτομα δεν τρέφονται με τους καρπούς της ελιάς, αλλά με πλούσιες σε θρεπτικά συστατικά ουσίες όπως διάφορα μελιτώματα. Τα θηλυκά έχει αναφερθεί ότι γεννάνε έως και 500 αυγά στη διάρκεια της ζωής τους . Σε περιοχές με τις κατάλληλες θερμοκρασίες (>25°C) με άφθονα φυτά ξενιστές, όπως η Ισπανία, η Ελλάδα αλλά και η Καλιφόρνια, ο δάκος μπορεί να παράγει έως πέντε ή έξι γενιές ανά έτος (Rice , 2000).

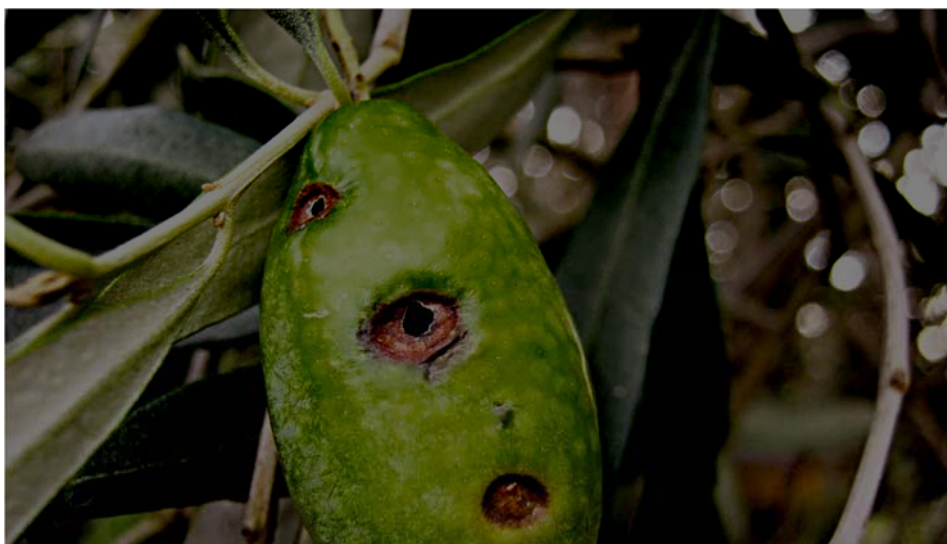
#### **1.4.1.1.2 Ξενιστές**

Οι προνύμφες του δάκου τρέφονται μόνο με καρπούς άγριων και καλλιεργημένων ελιών (*Olea spp.*). Στα ευαίσθητα άγρια είδη περιλαμβάνονται τα *Olea verrucosa*, *Olea chrysophylla* και *Olea europaea*, τα τελευταία από τα οποία βρίσκονται τόσο στους καλλιεργημένους ελαιώνες όσο και στην άγρια φύση (Daane and Johnson , 2010). Τα θηλυκά ενήλικα έχουν δείξει την προτίμηση της ωτοκίας στα μεγαλύτερα είδη επιτραπέζιων ελιών (Rice , 2000).

#### **1.4.1.1.3 Καταστροφές**

Η δραστηριότητα ωοθυλακιορρηξίας των θηλυκών καθώς και η δράση των προνυμφών είναι υπεύθυνες για την καταστροφή των καρπών της ελιάς. Οι περικοπές στον φλοιό του καρπού της ελιάς από τον ωοθέτη και οι προνύμφες που τρέφονται με τον καρπό μπορούν να προκαλέσουν την ξηρότητα και την πτώση των καρπών της ελιάς (Εικόνα 9).

Επιπλέον, η δράση του δάκου ειδικά κατά την ωτοκία αυξάνει την ευαισθησία του καρπού σε βακτηριακά και μυκητιακά παθογόνα . Τα προσβεβλημένα ελαιόδεντρα χάνουν εντελώς την αγοραία αξία τους ειδικά όσα προορίζονται για επιτραπέζια κατανάλωση αλλά και η παραγωγή ελαιολάδου πλήττεται καθώς οι ελιές που έχουν προσβληθεί από δάκο παράγουν ελαιόλαδο με υψηλή οξύτητα. Τα όρια ζημιών για το δάκο της ελιάς ποικίλλουν ανά περιοχή, αλλά συνήθως είναι χαμηλά. Στην Καλιφόρνια, για παράδειγμα, το όριο ζημιών στους εμπορικούς οπωρώνες είναι 0% (Delkash-Roudsari et al. , 2014).



Σχήμα 6. Καρπός ελιάς προσβεβλημένος από δάκο (Πηγή : Messinialive , 2019)

Η σημασία της οικονομικής ζημίας που προκαλείται από τον δάκο εξαρτάται είτε από την πυκνότητα του πληθυσμού της ελιάς είτε από την εξεταζόμενη καλλιεργητική περίοδο. Έχουν αναφερθεί περιοχές παγκοσμίως όπου παρατηρείται το έντομο έχει αναφερθεί ως υπεύθυνο για απώλειες έως και 80% της αξίας του παραγόμενου ελαιολάδου και 100% ορισμένων επιτραπέζιων ποικιλιών. Εκτιμάται ότι προκαλεί ζημιά στο 5% της συνολικής παραγωγής ελιάς, με αποτέλεσμα οικονομικές απώλειες περίπου 800 εκατομμυρίων δολαρίων ετησίως (Daane and Johnson, 2010).

Στις επιτραπέζιες ελιές η βλάβη είναι πιο σημαντική επειδή η ωτοκία στους καρπούς μειώνει πλήρως την αξία τους . Επομένως, το ανεκτό επίπεδο προσβολής είναι μηδενικές προνύμφες ανά καρπό (Daane and Johnson, 2010). Ενώ όσον αφορά το παραγόμενο ελαιόλαδο αυτό χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα οξύτητας (από 7° - 8° έως 15°-20° σε μεγάλο επίπεδο προσβολής). Η οικονομική ζημιά μπορεί να χαρακτηριστεί ως άμεση και έμμεση:

- Άμεση ζημιά: πρόωρη πτώση καρπών ή απώλεια βάρους καρπών . Οι ρυθμοί παραγωγής μπορούν να μειωθούν μεταξύ 5 και 10%
- Έμμεση βλάβη: στη μειωμένη ποιότητα και αξία του ελαιολάδου λόγω της αυξημένης οξύτητας ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης μικροοργανισμών εντός των καρπών της ελιάς (βακτήρια και μύκητες).

Η απολύμανση φαίνεται να είναι ένα κρίσιμο βήμα για την πρόληψη τυχόν καταστροφών από το δάκο. Οι προσβεβλημένοι καρποί που παραμένουν στο χωράφι (στο δέντρο ή στο έδαφος) μπορεί να περιέχουν αυγά ή προνύμφες, συμβάλλοντας στον

πληθυσμό του εντόμου. Οι δολωματικοί ψεκασμοί είναι μια άλλη κοινή τεχνική καλλιεργητικού ελέγχου του δάκου, όπου τα ψεκαστικά υγρά που περιέχουν εντομοκτόνο εφαρμόζονται στο χωράφι σε συγκεντρωμένες περιοχές. Αυτή η μέθοδος είναι αποτελεσματική στην εξάλειψη των θηλυκών ενηλίκων από τις ελιές, τα οποία προσελκύονται από πρωτεΐνες που περιέχουν αμμωνία όταν προετοιμάζονται για παραγωγή αυγών.

Η μαζική παγίδευση είναι μια άλλη κοινή τεχνική. Αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει επίσης χημικά ελκυστικά όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο ψεκασμού, αλλά παγιδεύει τα ενήλικα θηλυκά (Varikou et al. 2015). Ο δολωματικός ψεκασμός και η μαζική παγίδευση είναι αμφοτέρως αποτελεσματικές μέθοδοι στον έλεγχο των πληθυσμών του δάκου, αν και η μαζική παγίδευση μπορεί να προτιμάται επειδή δεν απαιτεί χημική εφαρμογή στα ίδια τα φυτά.

Στις Μεσογειακές χώρες, φαίνεται ότι κανένας από τους θηρευτές ή τα παρασιτοειδή του δάκου δεν μπορεί να τον καταπολεμήσει πλήρως. Στη λεκάνη της Μεσογείου, τα πιο συνηθισμένα παρασιτοειδή που βρέθηκαν είναι τα Hymenoptera : *Eupelmus urozonus* (*Eupelmidae*), *Pnigalio mediterraneus* (*Ferriere and Delucchi*) (*Eulophidae*), *Eurytoma martellii* *Domenichini* (*Eurytomidae*), *Psytalia concolor* (*Szèpligeti*) (*Pteromalidae*).

Τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες, η διαχείριση του *B. oleae* βασίστηκε στη χρήση διαφορετικών εντομοκτόνων (όπως οργανοφωσφορικά, πυρεθροειδή). Ωστόσο, ο δάκος έχει ήδη εμφανίσει ανθεκτικότητα στο dimethoate και στο spinosad. Επιπλέον, η συνεχιζόμενη χρήση τέτοιων προϊόντων έχει αμφισβητηθεί τα τελευταία χρόνια, ειδικά από περιβαλλοντολόγους.

Οι απελευθερώσεις στειρών εντόμων έχουν προταθεί ως μια αποτελεσματική και φιλική προς το περιβάλλον μέθοδος ελέγχου του δάκου της ελιάς. Αυτή η μέθοδος ελέγχου περιλαμβάνει την εκτροφή και την απελευθέρωση μεγάλου αριθμού στειρωμένων αρσενικών ενηλίκων. Όταν αυτά τα αρσενικά ζευγαρώνουν δεν μπορούν να παραχθούν βιώσιμα αυγά. Έτσι, η επόμενη γενιά παρασίτων μειώνεται πολύ. Με την πάροδο του χρόνου, αυτή η μέθοδος θα μπορούσε να εξαλείψει τον πληθυσμό των παρασίτων. Αυτή η μέθοδος είναι ειδική για κάθε είδος, περιβαλλοντικά ορθή και σχετικά γρήγορη.

Τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνικής έγκειται στην αρχική οργάνωση του προγράμματος, όπως η εγγύηση ενός μέρους για την εκτροφή των μυγών, η επιλογή μιας αξιόπιστης μεθόδου στειρώσεως και ο χρόνος απελευθέρωσης των αρσενικών (Ant et al., 2012). Επίσης, τα θηλυκά που γεννούν μη βιώσιμα αυγά θα εξακολουθήσουν να βλάπτουν

τους καρπούς με τους ωοθήτες τους. Αυτή η τεχνική υπήρξε μια επιτυχημένη στρατηγική διαχείρισης για πολλά καταστρεπτικά παράσιτα, όπως η μεσογειακή μύγα, το *Ceratitidis capitata*, το οποίο μπορεί να προκαλέσει εκτεταμένη ζημιά λόγω της συμπεριφοράς της ωοτοκίας και του σχετικά μεγάλου εύρους ξενιστών.

#### **1.4.1.2 Ο Πυρηνοτρήτης της ελιάς (*Prays oleae*)**

Ο πυρηνοτρήτης της ελιάς (*Prays oleae*), (Lepidoptera: Yponomeutidae) θεωρείται το δεύτερο σημαντικότερο έντομο στους ελαιώνες. Βρίσκεται σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου. Αν και το κύριο φυτό ξενιστή του είναι η ελιά, μπορεί επίσης να τρέφεται με άλλα είδη της οικογένειας Oleaceae.

Έχει τρεις γενιές ετησίως, συγχρονισμένες με το βιολογικό κύκλο της ελιάς. Η πρώτη προσβάλλει τα άνθη (ανθοφάγο), η δεύτερη τους καρπούς (καρποφάγο), η οποία είναι η πιο επιβλαβής καθώς προκαλεί καρπόπτωση η τρίτη τα φύλλα (φυλλοφάγο). Οι χημικές επεμβάσεις κατά της δεύτερης ή τρίτης γενιάς δικαιολογούνται μόνο όταν τα δέντρα είναι μικρά ή όταν ο πληθυσμός των εντόμων είναι υψηλός και ο αριθμός των άνθεων είναι χαμηλός (Iannotta, 2003).

Τα ενήλικα της πρώτης γενιάς αναδύονται την άνοιξη από μολυσμένα φύλλα και ωοθετούν στα άνθη. Οι αναδυόμενες προνύμφες εισέρχονται στα άνθη για τροφή, καταστρέφοντας έτσι πολλά άνθη (ανθοφάγος γενιά). Τα θηλυκά της δεύτερης γενιάς εναποθέτουν αυγά στις μικρές ελιές και οι προνύμφες τους εισέρχονται στον καρπό και επιτίθενται στον πυρήνα (καρποφάγος γενιά).

Οι προσβεβλημένοι καρποί αργότερα πέφτουν και οι προνύμφες αναπτύσσονται εντός τους. Τα ενήλικα της τρίτης γενιάς γεννούν αυγά στα φύλλα (φυλλοφάγος γενιά) και οι προνύμφες τους διαχειμάζουν στο έδαφος. Οι προνύμφες κάθε γενιάς τρέφονται έτσι σε διαφορετικά μέρη του δέντρου και υπάρχει μεγάλη χρονική απόσταση μεταξύ της εμφάνισης της δεύτερης (η πιο επιβλαβής) και της τρίτης γενιάς.

Οι κλιματολογικές συνθήκες είναι πολύ σημαντικές για την ανάπτυξη του πυρηνοτρήτη και καθορίζουν την παρουσία του στις διάφορες γεωγραφικές περιοχές. Ο κρύος καιρός κατά τη διάρκεια του χειμώνα (<10°C) ή ο θερμός καιρός (> 30°C) και ένα υψηλό ποσοστό σχετικής υγρασίας (> 70%) κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ελέγχουν τους πληθυσμούς. Ένα ποσοστό σχετικής υγρασίας κάτω του 50% καθιστά δύσκολη την επιβίωση για τα αυγά.

Το ποσοστό παρασιτισμού είναι υψηλό για τον πυρηνοτρήτη και ποικίλλει μεταξύ γενεών, ετών και γεωγραφικών περιοχών. Τα εντομοπαράσιτα είναι υπεύθυνα για το 10

έως 50% των θνησιμότητας του πληθυσμού του συγκεκριμένου εντόμου. Μεταξύ των παρασιτοειδών του, τα Hymenoptera : *Ageniaspis fuscicollis* var. *Praynsicola* (Encyrtidae), *Chelonus eleaphilus* (Braconidae) , *Diadegma armillata* (Ichneumonidae), *Apanteles xanthostigmus* (Braconidae), τα Eulophidae και *P. pectenicornis* , και άλλα είδη Trichogrammatidae ξεχωρίζουν.

Μεταξύ των θηρευτών τους, τα *Chrysoperla carnea* και *Dichochrysa flavifrons* (Neuroptera, Chrysopidae) είναι πολύ σημαντικά (González - Núñez, 2008). Τα αρπακτικά αυτά έντομα τρέφονται με τα αυγά , παρόλο που μπορούν επίσης να τρέφονται με προνύμφες των φυλοφάγων και των ανθοφάγων γενεών . Επίσης, αξίζει να γίνει αναφορά σε διαφορετικά είδη αραχνών, τα ακάρεα που τρέφονται με αυγά και προνύμφες , τα μυρμήγκια, τα ετερόπτερα και κολεόπτερα είναι σημαντικά αρπακτικά του σκόρου της ελιάς . Τα βακτήρια, ειδικότερα το *Bacillus thuringiensis*, οι μύκητες, τα πρωτόζωα και οι ιοί μπορούν επίσης να επηρεάσουν το έντομο αποτελεσματικά (González - Núñez, 2008).

#### **1.4.1.3 Το Λεκάριο ή μαύρη ψώρα της ελιάς (*Saissetia oleae*)**

Η μαύρη ψώρα, το *Saissetia oleae* (Homoptera, Coccidae), είναι ένα κοσμοπολίτικο είδος καθώς εντοπίζεται σε όλο τον κόσμο, αλλά κυρίως στη λεκάνη της Μεσογείου. Βρίσκεται σε ελαιώνες και οπωρώνες εσπεριδοειδών, αλλά και σε μερικά άλλα δέντρα και θάμνους. Προτιμά σκιερές περιοχές και περιβάλλοντα με υψηλή υγρασία.

Τα έντομα αυτά τρέφονται διαπερνώντας τους ιστούς του ξενιστή και απομυζώντας το χυμό. Αν και η άμεση ζημιά δεν είναι πραγματικά σημαντική, οι μύκητες της καπνιάς που αναπτύσσονται στο μελιτώδες που εναποτίθενται σε δέντρα είναι υπεύθυνοι για τη μείωση της φωτοσύνθεσης και μπορούν να αναφέρονται ως μόλυνση, καθιστώντας συχνά τα φυτά ή τους καρπούς μη εμπορεύσιμους (Alvarado et al. , 2008). Όταν τα κοκκοειδή αυτά βρίσκονται σε μεγάλο αριθμό πάνω στο φυτό τότε δημιουργούνται επίσης προβλήματα με τη φυσιολογία των φυτών όπως η φωτοσύνθεση , η θρέψη και εν συνεχεία η παραγωγή καρπών των ελαιόδεντρων.





Σχήμα 7. Φύλλο ελιάς προσβεβλημένο από το λεκάνιο της ελιάς (Πηγή : Plantopro, 2020)

Το έντομο αναπαράγεται με παρθενογένεση και κάθε θηλυκό παράγει περίπου 800 (και έως 2.000) αυγά. Τα κοκκοειδή αυτά εγκαθίστανται κυρίως κατά μήκος των κύριων νεύρων στις κάτω πλευρές των ώριμων εσπεριδοειδών και φύλλων ελιάς. Πολλά νεαρά θηλυκά μεταναστεύουν σε κλαδιά αργότερα, το φθινόπωρο, και παραμένουν εκεί για το υπόλοιπο της ζωής τους. Μέσα στα εσπεριδοειδή το έντομο βρίσκεται κυρίως στη βόρεια πλευρά.

Στα ελαιόδεντρα (και ανάμεσα σε γειτονικά δέντρα) τα έντομα αυτά διασκορπίζονται περπατώντας. Στα εσπεριδοειδή και σε μη αρδευόμενους ελαιώνες, η μαύρη ψώρα έχει μόνο μία ετήσια γενιά (ο πληθυσμός κορυφώνεται τον Απρίλιο-Μάιο). Στους αρδευόμενους ελαιώνες δύο γενιές μπορούν να ολοκληρωθούν ετησίως (μία τον Ιούνιο και μία στα μέσα του χειμώνα). Η μαύρη ψώρα δεν διαχειμάζει και τα νεαρά της στάδια εμφανίζονται σε αρδευόμενες ελιές όλο το χρόνο. Στο εργαστήριο το κοκκοειδές αυτό μπορεί να εκτραφεί μαζικά σε φύτρα πατάτας.

Το *Saissetia oleae* κατέχει μεγάλο αριθμό φυσικών εχθρών που παρασιτίζουν διαφορετικά στάδια της νόμφης και ακόμη και θηλυκά ενήλικα. Είναι κυρίως Hymenoptera του γένους *Metaphycus* (*M. helvolus* και *M. lounsburyi* (Encyrtidae) και άλλα φυσικά Aphelinidae, όπως *Coccophagus lycimnia*, *C. semicircularis* (Föster) και *C. scutellaris*, που παρασιτίζει και άλλα είδη Coccidae.

Μεταξύ των αρπακτικών, τα πιο σημαντικά είναι τα Hymenoptera, *Scutellista cyanea* (= *S. Caerulea*) (Pteromalidae), των οποίων οι προνύμφες τρέφονται με τα αυγά

και ορισμένα Coleoptera Coccinellidae, όπως το *Chilocorus bipustulatus* , *Brumus* , *Rhyzobius spp.*, *Scymnus spp.* Από τα Lepidoptera , το *Eublemma scitula* (Noctuidae) και το *Neuroptera Coniopteryx spp.* (Coniopterygidae) είναι επίσης σημαντικά (González-Núñez, 2008).

Λόγω της έντονης δραστηριότητας των φυσικών εχθρών, που αναφέρθηκαν παραπάνω συνιστάται εντομοκτόνο (white oil) και μόνο σε σοβαρές προσβολές. Οι επεμβάσεις πρέπει να στοχεύουν στα ευαίσθητα νεαρά στάδια, επειδή τα κοκκοειδή μεγαλύτερης ηλικίας δεν είναι ευαίσθητα σε αυτήν την επέμβαση. Ορισμένα βιοκτόνα μυκητιακής προέλευσης επίσης παρείχαν ικανοποιητικό έλεγχο του παρασίτου στην Αίγυπτο.

#### **1.4.1.4 Ο Ρυγχίτης της ελιάς ( *Rhynchites cribripennis* )**

Το *Rhynchites cribripennis* Desbrochers (Coleoptera, Attelabidae) είναι ένα έντομο που προσβάλλει τις ελιές με ευρεία κατανομή στην περιοχή της Μεσογείου . Τα ενήλικα αυτού του σκαθαριού τρέφονται με καρπούς ελιάς, κάνοντας τρύπες που μπορεί να οδηγήσουν σε καρπόπτωση και σημαντικές απώλειες απόδοσης . Οι έρευνες σχετικά με τη ζημία που προκλήθηκε στους καρπούς της ελιάς, όπως καταγράφηκαν από δειγματοληψίες καρπών, έδειξαν ότι το υψηλότερο ποσοστό κατεστραμμένων καρπών καταγράφηκε στις αρχές Ιουλίου και έφτασε το 44% (Lykouressis et al., 2007).

Τα ενήλικα άτομα εμφανίζονται πρώτα στα δέντρα στις αρχές έως τα μέσα Μαΐου και ο πληθυσμός τους κορυφώνεται σημαντικά τον Ιούνιο, ενώ υπάρχουν στα δέντρα μέχρι τα μέσα Ιουλίου . Το αυγό τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του πυρήνα του καρπού. Οι προνύμφες εισέρχονται στον πυρήνα στον οποίο ολοκληρώνουν την ανάπτυξή τους. Ο πληθυσμός των προνυμφών στον πυρήνα είναι υψηλότερος τον Αύγουστο . Το φθινόπωρο, οι προνύμφες διαχειμάζουν στο ανώτερο στρώμα του εδάφους. Η νύμφωση θα πραγματοποιηθεί το επόμενο φθινόπωρο. Αυτό δείχνει ότι αυτό το είδος ολοκληρώνει μια γενιά σε περίοδο 2 ετών. Τα ενήλικα άτομα εντοπίζονται στο έδαφος από τον Δεκέμβριο έως τις αρχές Μαΐου (Lykouressis et al., 2004).

Το ενήλικο είναι κόκκινο έως κοκκινωπό καφέ, εκτός από την κοιλιά και τις κάτω γνάθους που είναι μαύρες. Κάθε έλυτρο έχει 10 διαμήκεις αυλακώσεις και η βάση του έχει διπλάσιο πλάτος από τον θώρακα. Το μήκος του σώματος είναι 5,5-6 mm και το μήκος της προνύμφης 7 mm. Η ελιά και η άγρια ελιά αναφέρονται ως τα μόνα φυτά ξενιστές στα οποία μπορούν να αναπτυχθούν οι προνύμφες, αλλά τα ενήλικα φαίνεται να τρέφονται και με άλλα Oleaceae.

Τον πρώτο χειμώνα το έντομο τον περνά κυρίως ως προνύμφη στο έδαφος και το δεύτερος χειμώνα ως ενήλικο επίσης στο έδαφος. Τα ενδιάμεσα βιολογικά στάδια εξέρχονται από το έδαφος από τα τέλη Απριλίου έως τα τέλη Μαΐου και πετούν στο φύλλωμα των ελαιόδεντρων, όπου τρέφονται για αρκετές εβδομάδες, πρώτα με τρυφερά φύλλα και κορυφές βλαστών και στη συνέχεια με μικρούς νεαρούς καρπούς. Οι οπές που δημιουργούν μπορεί να προκαλέσουν δευτερογενείς μολύνσεις από μύκητες και βακτήρια.

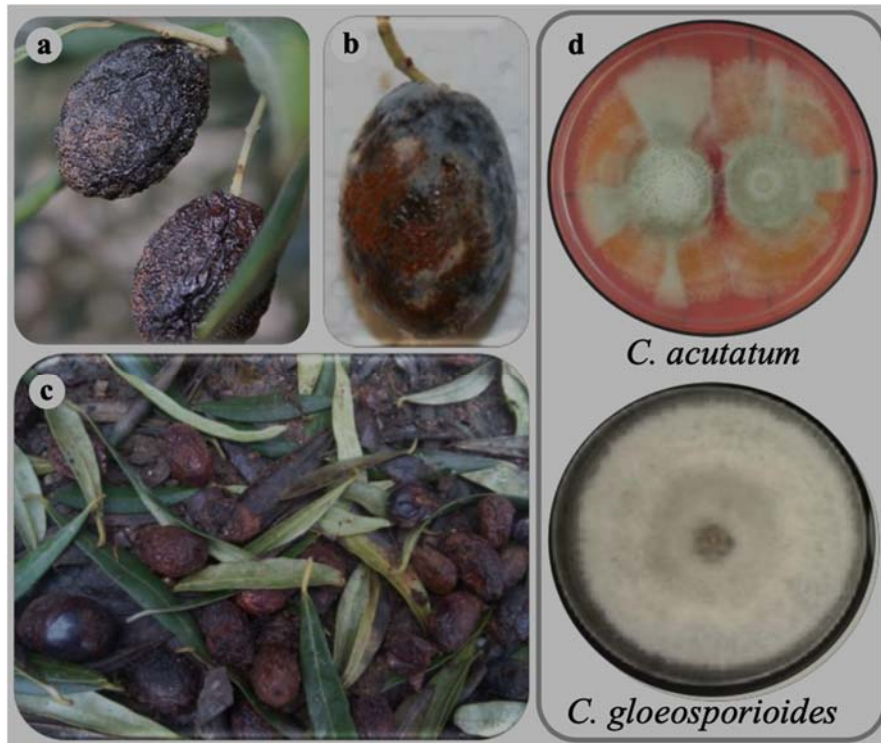
#### **1.4.2 Παθογόνοι μύκητες**

Στην πλειονότητα των περιπτώσεων οι ασθένειες που παρατηρούνται από τις ελιές αλλά και στους ελαιώνες προκαλούνται από μύκητες, βακτήρια και ιούς. Οι μύκητες δεν μπορούν να παράγουν τα σάκχαρα που χρειάζονται για την επιβίωσή τους λόγω της απουσίας χλωροφύλλης, με αποτέλεσμα να επιβιώνουν ως παράσιτα σε ζωντανά φυτά ή νεκρά οργανική ύλη (όπως φύλλα ελιάς). Το πρώτο βήμα στην πρόληψη είναι να μάθουν οι παραγωγοί πώς να εντοπίζουν τα διάφορα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν. Η πρόληψη και η αντιμετώπιση μίας συγκεκριμένης ασθένειας ενός δέντρου θα εξαρτηθεί από την αιτία του.

##### **1.4.2.1 Η ανθράκωση της ελιάς**

Η ανθράκωση της ελιάς θεωρείται από τις πιο σημαντικές ασθένειες της ελιάς σε όλο τον κόσμο . Αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην Πορτογαλία το 1989 και εξαπλώθηκε γρήγορα σε όλες τις ελαιοπαραγωγικές περιοχές στην περιοχή της Μεσογείου, την Ασία, τη Βόρεια και Νότια Αμερική, τη Νότια Αφρική και την Αυστραλία (Rodrigues, 2019).

Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα της ασθένειας στους καρπούς περιλαμβάνουν νεκρωτικές κηλίδες με ροζ/ πορτοκαλί υφές που εμφανίζονται στην επιφάνεια των ώριμων καρπών . Αυτό προκαλεί πρόωρη πτώση φρούτων και μουμιοποιημένους καρπούς (Εικ. 7). Οι τελευταίοι μπορεί να παραμείνουν στο δέντρο, παρέχοντας πηγή για νέες μολύνσεις. (Cacciola et al., 2012).



Σχήμα 8. Συμπτώματα ανθράκωσης (α) μουμιοποιημένες και αφυδατωμένες ελιές, (β) νέκρωση και παραγωγή υφών στην επιφάνεια των σάπιων ελιών, (γ) καρπόπτωση, (δ) αποικίες του *Colletotrichum acutatum* και *C. Gloeosporioides*

Η ανθράκωση της ελιάς προκαλείται από δύο μύκητες που παρουσιάζουν υψηλή φαινοτυπική και γονοτυπική ποικιλομορφία, το *Colletotrichum gloeosporioides* (μέχρι πρόσφατα *Gloeosporium olivarum*) και το *C. acutatum* s.l. με το τελευταίο να είναι πιο διαδεδομένο και πιο επιθετικό από το πρώτο.

Σε αρκετές μεσογειακές χώρες, όπως η Ιταλία και η Ισπανία, η ανθράκωση της ελιάς αναφέρθηκε ότι προκαλεί απώλεια απόδοσης 80-100%. Σύμφωνα με τους Viruega, et al. (2013), μόνο στην Ισπανία, περίπου 93,4 εκατομμύρια δολάρια χάνονται κάθε χρόνο λόγω της ασθένειας. Στην Πορτογαλία, σοβαρές επιδημίες εμφανίζονται σε υγρές περιοχές, με αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες απόδοσης έως και 100. Στην Αυστραλία, υπό ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες, η ασθένεια αναφέρθηκε ότι επηρεάζει έως και το 80% των ελιών σε ευαίσθητες ποικιλίες όπως «Barnea» και «Manzanillo». Απώλειες απόδοσης έως και 70% έχουν επίσης καταγραφεί στο ελαιοτριβείο Arauco στην Αργεντινή (Cacciola et al., 2012).

Τα νεκροτροφικά παθογόνα είναι εκείνα που μολύνουν ενεργά και αποικίζουν τα φυτικά κύτταρα που οδηγούν σε κυτταρικό θάνατο. Τα νεκροτροφικά παθογόνα εκκρίνουν συνήθως ένζυμα για την αποικοδόμηση φυτικών συστατικών ή τοξινών που σκοτώνουν

τους φυτικούς ιστούς. Το παθογόνο επιβιώνει στη συνέχεια στα νεκρά κύτταρα για να ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής του. Ένας νεκροτροφικός τρόπος ζωής έρχεται σε αντίθεση με αυτόν των βιοτροφικών παθογόνων που τρέφονται με θρεπτικά συστατικά από ζωντανά κύτταρα και ως εκ τούτου πρέπει να διατηρήσουν τη βιωσιμότητα του ξενιστή (Kan, 2005). Σχεδόν όλα τα είδη *Colletotrichum* αναπτύσσουν ένα νεκροτροφικό στάδιο σε κάποιο σημείο του κύκλου ζωής τους, εκτός από εκείνα τα λίγα που υπάρχουν εξ ολοκλήρου ως ενδόφυτα (Chang et al., 2014).

Ένας βιοτροφικός τρόπος ζωής με την αυστηρή έννοια είναι όπου το παθογόνο παραμένει μέσα στον ζωντανό φυτικό ιστό και απορροφά ενεργά τους μεταβολίτες των φυτών για την ανάπτυξή του χωρίς να σκοτώνει τα κύτταρα του φυτού (Mendgen και Hahn, 2002). Τα είδη *Colletotrichum* γενικά δεν παρουσιάζουν πραγματική βιοτροφία. Η βιοτροφία είναι πιο συχνή σε ομάδες όπως το ωίδιο.

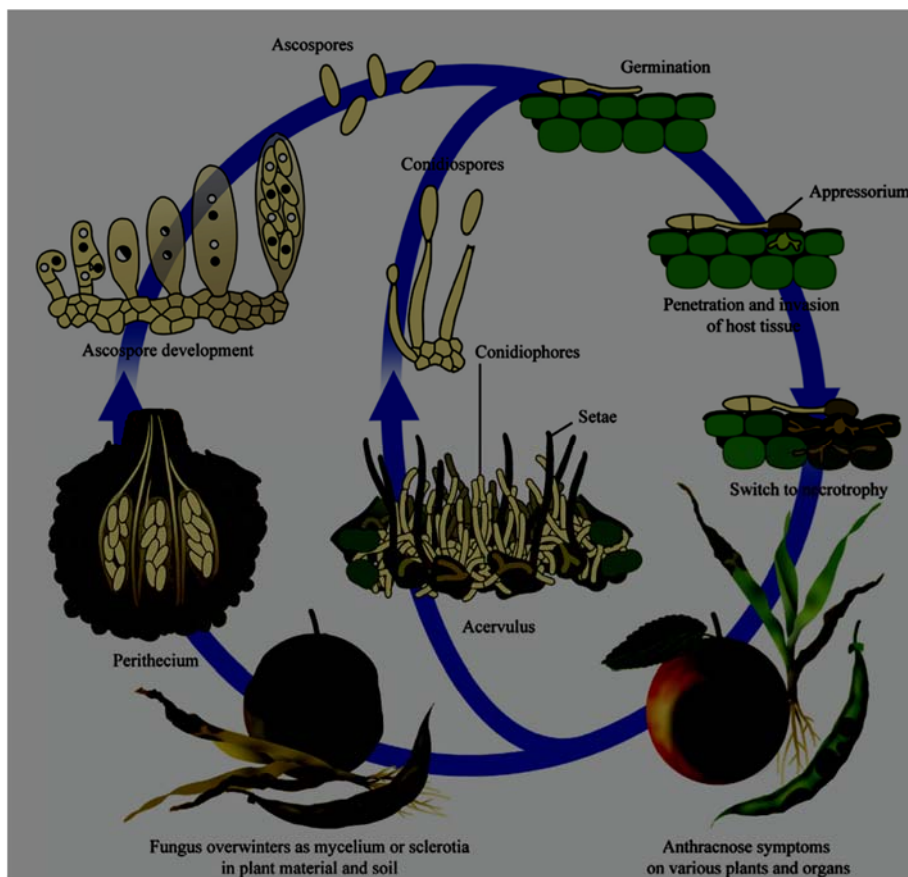
Ωστόσο, πολλά είδη *Colletotrichum* μπορούν να έχουν ένα βιοτροφικό στάδιο χωρίς στον κύκλο ζωής τους, ακολουθούμενο από μια μετάβαση σε έναν νεκροτροφικό τρόπο ζωής, και ως εκ τούτου αναφέρονται ως ημιβιοτροφικά. Για αυτά τα είδη, κύστες πρωτογενούς μόλυνσης σχηματίζονται κατά την αρχική μόλυνση των επιδερμικών κυττάρων χωρίς να σκοτώνουν τα κύτταρα. Αυτό το γεγονός ακολουθείται από ένα νεκροτροφικό στάδιο στο οποίο η δευτερογενής λοίμωξη κατά την οποία οι υφές του μυκηλίου του μύκητα εισβάλλει και σκοτώνει τα γειτονικά κύτταρα (Barimani et al., 2013).

Ο βαθμός της ημιβιοτροφίας ποικίλλει μεταξύ διαφορετικών ειδών *Colletotrichum* ανάλογα με το τυπικό τρόπο ζωής τους και ο χρόνος μετάβασης από τη βιοτροφία σε νεκροτροφία εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του ξενιστή και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Ranathunge et al., 2012).

Ο τρόπος ζωής των ειδών *Colletotrichum* ρυθμίζεται σε μεγάλο βαθμό από συγκεκριμένες οικογένειες γονιδίων και βιοχημικές αλληλεπιδράσεις που συμβαίνουν μέσω συγκεκριμένων ενζύμων και δευτερογενών μεταβολιτών που παράγονται στη διεπαφή ξενιστή-παθογόνου. Συγκριτικές αναλύσεις γονιδιώματος σε ολόκληρο το γένος έδειξαν ότι τα είδη *Colletotrichum* έχουν προσαρμόσει τη δράση ορισμένων ενζύμων σύμφωνα με τον συγκεκριμένο τρόπο ζωής τους (Gan et al., 2016).

Η γονιδιωματική και η μεταγραφική έρευνα την τελευταία δεκαετία παρείχαν πληροφορίες σχετικά με τη γενετική βάση των μεταβλητών τρόπων ζωής των φυτικών μυκητιακών παθογόνων και τη σημασία της «βιοασφάλειας με βάση τα γονίδια» (Zeilinger et al., 2016). Η κατανόηση των περίπλοκων τρόπων ζωής του *Colletotrichum* spp. και η δυναμική κατάσταση των αλληλεπιδράσεών του με τους ξενιστές τους έχει σημαντικές

επιπτώσεις στον έλεγχο της νόσου και στη διαχείριση του κινδύνου βιοασφάλειας των φυτών . Οι αλλαγές στον τρόπο ζωής σε διαδοχικά στάδια στον κύκλο ζωής των ειδών *Colletotrichum* μπορούν να κάνουν την ανίχνευση και τον έλεγχό τους πολύ δύσκολη (Εικ. 12).



Σχήμα 9. Γενικός κύκλος ζωής των ειδών *Colletotrichum* (Πηγή : De Silva, 2017)

Παρόλο που η χρήση λιγότερο ευπαθών ή ανθεκτικών ποικιλιών είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την καταπολέμηση αυτής της ασθένειας, δεν έχει διερευνηθεί αρκετά μέχρι τώρα . Το κόστος που σχετίζεται με την αντικατάσταση μιας καθιερωμένης καλλιέργειας με αυτές τις ποικιλίες είναι πολύ υψηλό (De Silva, 2017).

#### 1.4.2.2 Κυκλοκόνιο

Ο μύκητας *Spilocaea oleagina* (συν. *Cycloconium oleagineum*) είναι ο αιτιώδης παράγοντας του κυκλοκόνιου , η οποία είναι η πιο σημαντική ασθένεια των φύλλων της ελαιοκαλλιέργειας παγκοσμίως . Η ασθένεια ονομάζεται επίσης «Μάτι του Παγωνιού», επειδή το παθογόνο δημιουργεί κυκλικές, πράσινες έως σχεδόν μαύρες αλλοιώσεις με γλωρικό φωτοστέφανο στην επιφάνεια του φύλλου . Οι κηλίδες αλλάζουν χρώμα από μαύρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα ή της άνοιξης σε λευκό κατά τη διάρκεια του

καλοκαιριού, όταν η επιδερμίδα διαχωρίζεται από τα επιδερμικά κύτταρα στα μολυσμένα φύλλα . Τα συμπτώματα μπορούν επίσης να εμφανιστούν σε μίσχους φύλλων, καρπούς, αν και αυτοί οι ιστοί δεν θεωρούνται σημαντική πηγή μόλυνσης.

Τα φύλλα και φρούτα και οι καρποί που είναι σοβαρά μολυσμένα από το μύκητα πέφτουν στο έδαφος και, καθώς και εκείνα που έμειναν στο δέντρο, αποτελούν πηγή μόλυνσης για την τρέχουσα σεζόν ή επιτρέπουν την επιτυχή δειχίμαση του μύκητα. Το παθογόνο είναι γενικά γνωστό ότι επιβιώνει σε δυσμενείς καταστάσεις, π.χ. ξηρός, ζεστός καιρός, σε πεσμένα φύλλα καθώς και σε μολυσμένα φύλλα στο δέντρο.

Τα κονίδια που σχηματίζονται σε φύλλα στο δέντρο μπορούν να επιβιώσουν για αρκετούς μήνες. Μετά από μια περίοδο υγρού και ζεστού καιρού, νέα κονίδια παράγονται εύκολα στα σημεία φυλλώματος. Βιώσιμα κονίδια παράγονται επίσης σε πεσμένα φύλλα. Ωστόσο, ο ρόλος τους ως πηγή μόλυνσης θεωρείται αμελητέος (Trapero και Blanco , 2008). Αυτή η μελέτη έδειξε ότι η ασθένεια γενικά ευνοείται από τον δροσερό καιρό. Ωστόσο, ο ζεστός και υγρός καιρός το καλοκαίρι του 2009 παρατηρήθηκε επίσης ότι ενθάρρυνε την εμφάνιση του κυκλοκονίου.

Αυτές οι παρατηρήσεις υποστηρίζουν εκείνες των Viuega και Trapero (1999), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι στην Ισπανία οι μολύνσεις των φύλλων μπορούν να παραμείνουν λανθάνουσες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού χωρίς να προκαλέσουν φυλλόπτωση και αποτελούν την κύρια πηγή μόλυνσης. Οι παρατηρήσεις των μελετητών αυτών έδειξαν επίσης ότι τα νεαρά φύλλα ήταν πολύ ευαίσθητα την άνοιξη και ότι το φύλλωμα σε χαμηλότερα μέρη των δέντρων μολύνθηκε συχνότερα. Αυτό συνάδει με την απαίτηση του παθογόνου για υψηλή υγρασία. Η εκβλάστηση απαιτεί 98% υγρασία, με θερμοκρασίες στην περιοχή 0-27 °C . Στην Ελλάδα η ασθένεια μπορεί να είναι ανενεργή κατά τη διάρκεια των ζεστών και ξηρών καλοκαιριών. Η βλάστηση των σπόρων περιορίζεται σε θερμοκρασίες πάνω από 30° C (Τζάμος, 2004).

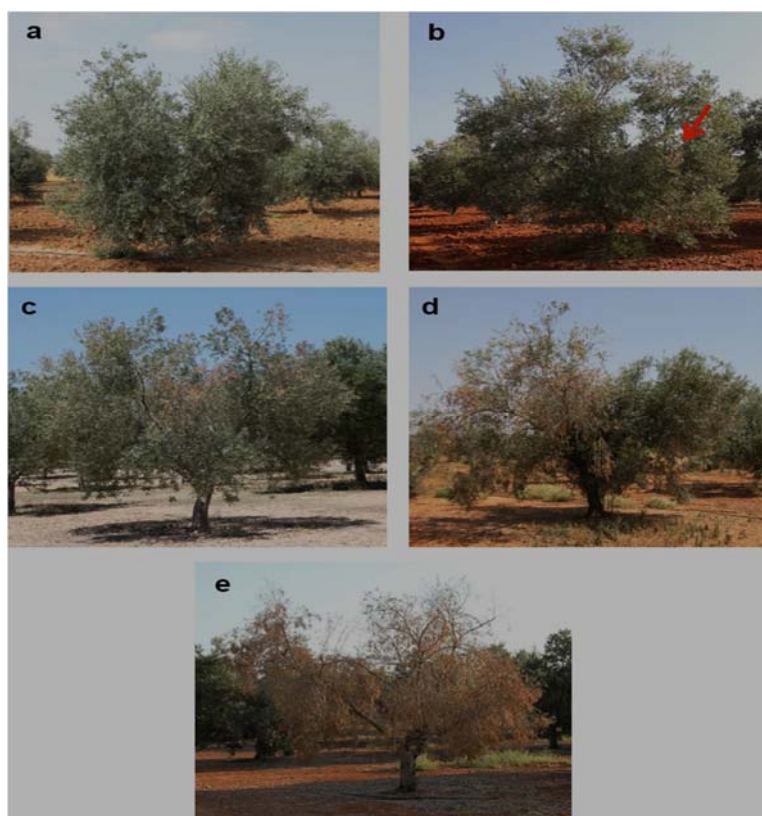
#### **1.4.2.3 Βερτισιλλίωση**

Η Βερτισιλλίωση προκαλείται από τον μύκητα εδάφους *Verticillium dahliae* και είναι από τις πιο διαδεδομένες ασθένειες των φυτών παγκοσμίως . Παρόλο που δεν υπάρχουν ακριβή στατιστικά στοιχεία σχετικά με τον αριθμό των ειδών που είναι ευπαθή στο *Verticillium*, εκτιμάται ότι τουλάχιστον 300 (Berlanger και Powelson, 2005) έως 400 (Klosterman et al., 2009) είδη φυτών, που κυμαίνονται από ποώδη ετήσια έως ξυλώδη πολυετή, επηρεάζονται. Όλοι οι ξυλώδεις ξενιστές που είναι ευαίσθητοι στο *Verticillium wilt* ανήκουν στα δικοτυλίδονα, ενώ δεν επηρεάζονται μονοκοτυλήδονα δέντρα .

Η φυλλόπτωση και η πρόωμη γήρανση που περιλαμβάνουν χλώρωση, νέκρωση και κόπωση είναι τα κύρια συμπτώματα της νόσου που προκαλεί το *Verticillium* (Εικ. 9). Τα φυτά με οξείες λοιμώξεις μπορεί να ξεκινούν με συμπτώματα σε μεμονωμένα κλαδιά ή στη μία πλευρά του φυτού. Η νόσος έχει δύο μορφές :

1. Το σύνδρομο απότομης μάρανσης
2. Το σύνδρομο βραδείας αποξήρανσης

Ένα παθολογικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι ο τεφρομέλανος μεταχρωματισμός του κεντρικού κυλίνδρου των προσβεβλημένων βλαστών.



Σχήμα 10. Ελαιόδεντρα με τις πέντε διαφορετικές κατηγορίες βαρύτητας *V. dahliae*: (α) ασυμπτωματική, (β) αρχική, (γ) χαμηλή, (δ) μέτρια και (ε) σοβαρά συμπτώματα ασθένειας (Πηγή : Calderón, 2015)

Ο κύκλος ζωής του *V. dahliae* αποτελείται από ένα παρασιτικό μέρος, στο οποίο ο μύκητας ζει στον ξενιστή του, και ένα μη παρασιτικό μέρος, στο οποίο είναι αδρανής. Κατά τη διάρκεια της μη παρασιτικής φάσης στο έδαφος, το *V. dahliae* επιβιώνει ως σπόρια, κυρίως στο ανώτερο στρώμα του εδάφους από το οποίο μπορεί εύκολα να εξαπλωθεί με τη βοήθεια του αέρα, της βροχής ή του νερού άρδευσης, αλλά και με ανθρώπινες και ζωικές δραστηριότητες και γεωργικά εργαλεία και μηχανές (Pegg and Brady, 2002).



Η διαδικασία μόλυνσης του *V. dahliae* σε ξυλώδη φυτά όπως οι ελιές είναι παρόμοια με αυτή στα ποώδη φυτά. Τα μικροσκληρώτια που δημιουργεί ο μύκητας βλασταίνουν από εξιδρώματα από κοντινές αναπτυσσόμενες ρίζες. Το *V. dahliae* ξεκινά την παρασιτική φάση του όταν οι υφές διεισδύουν στις ρίζες ενός ευπαθούς ξενιστή. Στη συνέχεια, οι υφές αναπτύσσονται ενδοκυτταρικά εντός του ριζικού φλοιού για να φθάσουν στα αγγεία του ξύλου και να εισέλθουν σε αυτά (Prieto et al., 2009).

Σε αυτό το στάδιο, η συσσώρευση υφών *V. dahliae*, οι χημικές μεταβολές που προκύπτουν από αμυντικές αποκρίσεις του ξενιστή και τα συσσωματώματα που προκύπτουν από την υποβάθμιση του εξωτερικού υλικού των τοιχωμάτων των αγγείων του ξύλου από μυκητιακή ενζυματική δραστηριότητα μπορεί να προκαλέσουν απόφραξη αγγείων. Ως αποτέλεσμα, παρεμποδίζεται η ροή του νερού μέσω του ξύλου και μπορεί να εμφανιστούν συμπτώματα υδατικής καταπόνησης.

Τα προαναφερθέντα μικροσκληρώτια είναι οι δομές επιβίωσης στο έδαφος κατά τη διάρκεια της μη παρασιτικής φάσης του κύκλου ζωής του *V. dahliae*. Επιπλέον, αντιπροσωπεύουν την κύρια μορφή διασποράς, καθώς και τα πρωτεύοντα μολυσματικά πολλαπλασιαστικά μέσα. Το *V. dahliae* αναπαράγεται σε νεκρούς ιστούς (ειδικά σε φύλλα, κλαδιά και ποώδη στελέχη) μολυσμένων φυτών κατά τα τελευταία στάδια της παρασιτικής φάσης του κύκλου ζωής του. Τελικά, τα μικροσκληρώτια ενσωματώνονται στο χώμα με τα διάφορα φυτικά υπολείμματα. Κατά τη διάρκεια του χρόνου που τα μικροσκληρώτια δεν συνδέονται με τη ρίζα ενός ξενιστή, αυτές οι δομές μπορούν να αντέξουν τις δυσμενείς φυσικές, χημικές και βιολογικές συνθήκες που απαντώνται συνήθως στα εδάφη, παραμένοντας βιώσιμες για έως και 15 χρόνια.

Αντίθετα, οι υφές και τα κονίδια του *V. dahliae* χάνουν τη βιωσιμότητά τους σε εδάφη σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ως εκ τούτου, το *V. dahliae* μπορεί να παραμείνει σε αδράνεια ενώ περιμένει ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες και / ή την παρουσία ριζικών εκκρίσεων από τους κύριους ξενιστές του που διεγείρουν τη βλάστηση των μικροσκληρωτίων. Τα μικροσκληρώτια πορούν επίσης να βλαστήσουν και να μολύνουν εναλλακτικούς ξενιστές και αξίζει να σημειωθεί η ύπαρξη πολυάριθμων ανεκτικών ξενιστών καθώς και των *V. dahliae*-ασυμπτωματικών φορέων, οι οποίοι στην πραγματικότητα αντιπροσωπεύουν πιθανές «δεξαμενές» για την αύξηση τόσο της πυκνότητας όσο και της διασποράς του παθογόνου (Pegg και Brady, 2002).

Κατά τη διάρκεια της μη παρασιτικής φάσης, η διασπορά του *V. dahliae* συμβαίνει μέσω ενός αριθμού φυσικών μέσων (κίνηση του εδάφους από νερό, αέρα, άρδευση κ.λπ.) και ανθρώπινα μέσα (μηχανήματα κ.λπ.). Η αποτελεσματικότητα ορισμένων από αυτούς

τους μηχανισμούς διασποράς μπορεί να εξηγήσει την ευρεία κατανομή του παθογόνου σε συγκεκριμένες περιοχές ελαιοκαλλιέργειας.

Η πρόσφατη μοριακή έρευνα που αφορά το *V. dahliae* παρείχε ενδιαφέρουσες πληροφορίες σχετικά με τη διαδικασία ανάπτυξης των μικροσληρωτίων. Έτσι, ένα γονίδιο υδρόφοβης κατηγορίας II (VDH1) έχει αποδειχθεί ότι παίζει ουσιαστικό ρόλο στην επιμονή του *V. dahliae* στα εδάφη, καθώς είναι απαραίτητο για την παραγωγή μικροσκληρωτίων και για την αυξημένη ανοχή των κονιδίων στην αποξήρανση (Klimes et al. 2008).

Πιο πρόσφατα, το γονίδιο VDH1 έχει προταθεί ότι μεσολαβεί στην ανάπτυξη των μικροσληρωτίων από κονίδια. Ένα γονίδιο (VMK1) συσχετίστηκε επίσης με πιθανή παθογένεια και σχηματισμό μικροσληρωτίων. Αυτές οι μελέτες είναι πραγματικά σχετικές με την αποκάλυψη μοριακών μηχανισμών της μορφογένεσης στο *V. dahliae*. Αυτό θα δώσει τελικά σημαντικές γνώσεις σχετικά με την επιβίωση αλλά και του πολλαπλασιασμού του *V. dahliae* και τους σχετιζόμενους με παθογόνα μηχανισμούς, οι οποίοι θα πρέπει να ανοίξουν νέες οδούς για την ανάπτυξη αποτελεσματικών μέτρων ελέγχου του *Verticillium*.

Η παρασιτική φάση του βιολογικού κύκλου *V. dahliae* ξεκινά με την εκβλάστηση του στο έδαφος, μια διαδικασία που διεγείρεται από την παρουσία εκκρίσεων της ρίζας είτε από ευαίσθητα είτε από μη ευαίσθητα φυτά. Το επόμενο στάδιο είναι ο σχηματισμός μολυσματικών υφών που διεισδύουν στις ρίζες, αναπτύσσονται μέσα στα αγγεία του ξύλου, παράγοντας μυκήλιο και σπόρια και τελικά εξαπλώνονται στο εναέριο μέρος του φυτού με τη βοήθεια των σπορίων (Pegg and Brady, 2002).

Όταν ο αποικισμός είναι ευρέως διαδεδομένος, ενεργοποιείται η έκφραση των συμπτωμάτων (μαρασμός και ξήρανση βλαστών, φυλλόπτωση, αφυδάτωση ταξιανθίας, κ.λπ.). Στα τελευταία στάδια της νόσου σχηματίζονται μικροσκληρώτια σε νεκρούς φυτικούς ιστούς. Η ενσωμάτωση και η επακόλουθη αποσύνθεση των φυτικών υπολειμμάτων, ιδιαίτερα των μολυσμένων φύλλων, διευκολύνει την απελευθέρωση των μικροσκληρωτίων στο έδαφος, τερματίζοντας με αυτόν τον τρόπο την παρασιτική φάση του *V. dahliae* και συμβάλλοντας στην περαιτέρω μόλυνση του. Τα αδρανή βιολογικά στάδια του *V. dahliae* θα παραμείνουν στο έδαφος έως ότου οι κατάλληλες συνθήκες ευνοήσουν τον σχηματισμό νέων λοιμώξεων και θα ξεκινήσουν μια νέα παρασιτική φάση (Pegg και Brady, 2002).

Στην περίπτωση της μόλυνσης της ελιάς από το συγκεκριμένο παθογόνο παρατηρείται ότι εκτεταμένος αποικισμός των ιστών της ελιάς από το παθογόνο προηγείται σαφώς της ανάπτυξης των συμπτωμάτων της νόσου, όπως παρατηρείται τόσο από τη

μικροσκοπία (Prieto et al. 2009) όσο και από μοριακές μελέτες . Ωστόσο, λίγα είναι γνωστά για τους μηχανισμούς που είναι υπεύθυνοι για το σύνδρομο μαρασμού ή για τις αντιδράσεις άμυνας του ξενιστή κατά τη μόλυνση από *V. dahliae*, με εξαίρεση εκείνους που ανέφεραν οι Baídez et al. (2007) και οι Markakis et al. (2010). Παρ'όλα αυτά, οι φυσιολογικές μεταβολές ως συνέπεια της εισβολής παθογόνου μπορεί να έχουν ισχυρή επίδραση στη φωτοσύνθεση, τη μετατόπιση θρεπτικών ουσιών, τη μεταφορά νερού και / ή την αναπνοή όπως περιγράφεται σε άλλους ξενιστές .

Πράγματι, οι Birem et al. (2009) ανέφεραν πρόσφατα σημαντικές μειώσεις στην κατανάλωση νερού και την παραγωγή χλωροφύλλης σε φύλλα τεχνητά εμβολιασμένων με το παθογόνο φυτών «Picual» (ευαίσθητων) σε σύγκριση με φυτά cv. Frantoio (ανθεκτικά). Αυτό το γεγονός σχετίζεται με την πρόοδο των συμπτωμάτων μαρασμού.

#### **1.4.2.4 Σηψιρριζίες**

Οι σηψιρριζίες θεωρούνται οι πολύχρονες ασθένειες οι οποίες οφείλονται σε μύκητες που διατηρούνται συνήθως πάνω σε σαπισμένες ρίζες στα ανώτερα εδαφικά στρώματα. Η παρουσία σαπισμένων ριζών βέβαια μπορεί να οφείλεται και σε αβιοτικούς παράγοντες όπως η υπερβολική υγρασία και το ασφυκτικό περιβάλλον . Οι κυριότεροι μύκητες που προκαλούν σηψιρριζίες είναι :

- οι βασιδιομύκητες *Armillaria mellea* και *Omphalotus olearius*
- ο ασκομύκητας *Rosellinia necatrix*

Άλλα παθογόνα που μεταδίδονται στο έδαφος περιλαμβάνουν τη σήψη της που προκαλείται από διάφορα είδη του ωομύκητα *Phytophthora* που είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος σε εδάφη που υπάρχει υπερχειλίση νερού. Ωστόσο, την τελευταία δεκαετία, το *P. palmivora*, ένα παθογόνο τροπικής προέλευσης, έχει αναφερθεί σε αρκετές περιοχές ελαιοκαλλιέργειας ως αιτιώδης παράγοντας της σήψης της ρίζας σε φυτώρια αλλά και σε νέες εμπορικές φυτείες (Sánchez-Hernández et al., 1998).

Στο συγκεκριμένο σημείο είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι διάφορα είδη του νηματώδους *Meloidogyne* spp. και *Pratylenchus* spp. είναι διαδεδομένοι σε πολλά αμμώση εδάφη στη λεκάνη της Μεσογείου (Castillo et al., 2011). Και οι δύο τύποι παθογόνων του εδάφους προκαλούν πίεση στο νερό και ελλείψεις σε θρεπτικά συστατικά, καθώς το ριζικό σύστημα των φυτών αποτυγχάνει να εξερευνήσει και να εκμεταλλευτεί επαρκώς το έδαφος. προκαλώντας φθορά των δέντρων και μείωση των αποδόσεων.

### 1.4.3 Παθογόνα βακτήρια

#### 1.4.3.1 *Xylella fastidiosa*

Το *Xylella fastidiosa* είναι ένα βακτήριο αερόβιο, αρνητικό κατά Gram, το οποίο ανήκει στην οικογένεια Xanthomonadaceae, και θεωρείται οργανισμός καραντίνας σε πολλές χώρες. Εντοπιζόταν κυρίως στην Αμερική, αλλά εντοπίστηκε πρόσφατα στην Ιταλία το 2013 και στη Γαλλία το 2015. Η οικονομική του σημασία οφείλεται σε πολλά χαρακτηριστικά αυτού του παθογόνου και στην ασθένεια που προκαλεί (Janse, 2010):

- 1) τον μεγάλο αριθμό ξενιστών (359 πιθανοί ξενιστές σύμφωνα με την EFSA) και νέους φυτικούς ξενιστές ανακαλύπτονται κάθε χρόνο, στους οποίους προκαλούνται σοβαρά συμπτώματα
- 2) τις διάφορες ασθένειες που προκαλεί σε οικονομικά σημαντικά φυτά (νόσος του Pierce σε αμπέλια, χλωρώσεις σε ποικιλία εσπεριδοειδών, σύνδρομο ταχείας πτώσης ελιάς κ.λπ.)
- 3) ο μακρύς κατάλογος των φορέων που απομυζούν το χυμό ξύλου (μεταξύ των τοπικών *Homoptera*, *Cicadellidae* και *Cercopidae* που υπάρχουν στις διάφορες χώρες), η απουσία λανθάνουσας περιόδου στη μετάδοση, που σημαίνει ότι τα βακτήρια μεταδίδονται επίμονα όταν ο ενήλικος φορέας αποκτήσει το παθογόνο
- 4) τον πολύ δύσκολο και ακριβό χημικό ή ολοκληρωμένο έλεγχο (των φορέων και της νόσου). Επιπλέον, ανθεκτικές ποικιλίες εμπορικού ενδιαφέροντος δεν είναι ακόμη διαθέσιμες για τους πιο σημαντικούς ξενιστές. Κατά συνέπεια, ο αποκλεισμός, η και η εξάλειψη είναι οι κύριες επιλογές διαχείρισης όταν το βακτήριο εντοπίζεται σε μια νέα περιοχή (EFSA, 2015).

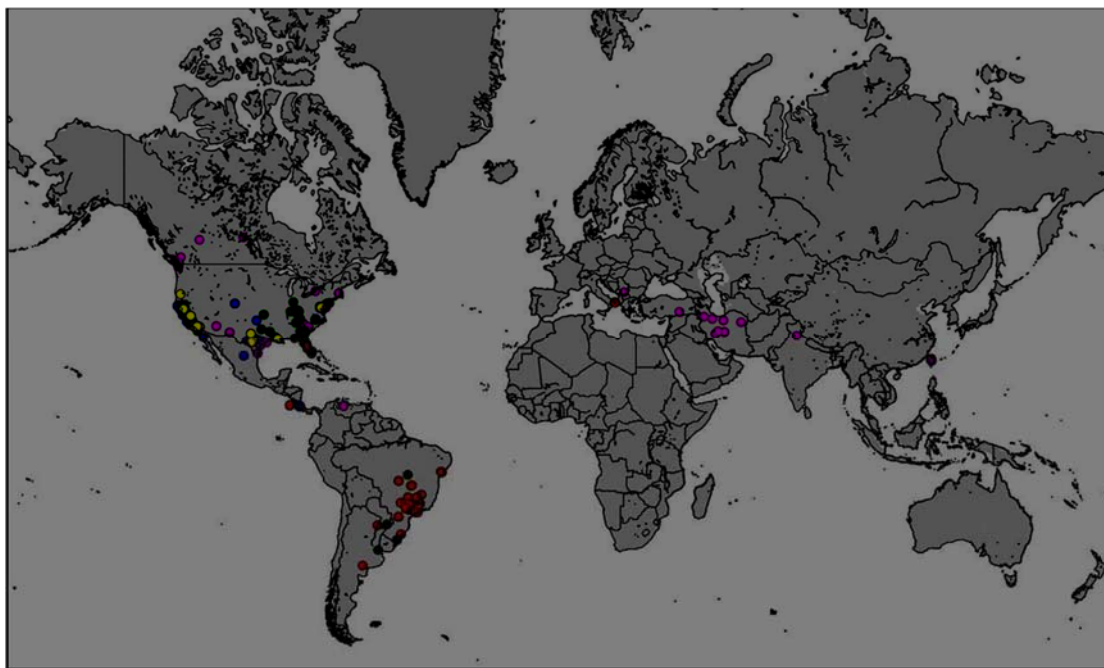
Το *X. fastidiosa* έχει έξι υποείδη που έχουν αναφερθεί ότι προκαλούν συμπτώματα σε περισσότερο ή λιγότερο μεγάλο αριθμό ξενιστών, αλλά η επιδημιολογία τους δεν είναι γνωστή στους περισσότερους από αυτούς, με εξαίρεση τη νόσο του Pierce και το σύνδρομο ταχείας πτώσης της ελιάς. Το βακτήριο μπορεί να προσαρμοστεί σε διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες αν και οι χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες (κάτω από τους  $-8^{\circ}\text{C}$  ετήσια ελάχιστη θερμοκρασία) περιορίζουν τη διάδοσή του.

Τα συμπτώματα εμφανίζονται κυρίως στα τέλη της άνοιξης, στις αρχές του καλοκαιριού και στις αρχές του φθινοπώρου και ευνοούνται από τις υψηλές θερμοκρασίες ( $25-28^{\circ}\text{C}$ ) και τις συνθήκες καταπόνησης για την καλλιέργεια. Το βακτήριο επιβιώνει στις ρίζες και τα εναέρια μέρη και σχηματίζει βιοφίλμ στα φυτικά αγγεία, καθιστώντας

δύσκολη τη μεταφορά νερού και θρεπτικών ουσιών και ευνοεί την εμφάνιση συμπτωμάτων.

Η απροσδόκητη ανακάλυψη του *X. fastidiosa* στην Ιταλία το 2013 και στη Γαλλία το 2015 κατέστησε πιο εμφανή τον κίνδυνο ότι αυτό το παθογόνο αντιπροσωπεύει όχι μόνο για τις ευρωπαϊκές καλλιέργειες, κίνδυνο, αλλά και για τη γεωργία σε άλλες ηπείρους. Οι διαθέσιμες πληροφορίες δείχνουν ότι το στέλεχος CoDiRO που εντοπίστηκε στις ελιές στην Ιταλία θα μπορούσε να είχε εισαχθεί εκεί με διακοσμητικά φυτά που εισήχθησαν από την Κόστα Ρίκα. Επιπλέον, υπήρξαν πολλές παρεμβολές από το 2014 στις επιθεωρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα σύνορα της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε φυτά καφέ .

Το γεγονός αυτό αποδεικνύει, για άλλη μια φορά, ότι η ανεξέλεγκτη παγκόσμια αγορά θα μπορούσε να οδηγήσει σε παγκόσμια διάδοση ορισμένων οργανισμών καραντίνας. Η ιταλική επιδημία είναι το παράδειγμα του πώς τα παθογόνα βακτήρια κατάφεραν να ξεπεράσουν τη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που προστατεύει το διεθνές εμπόριο χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι φυτοϋγειονομικοί κίνδυνοι (Janse, 2010).



Σχήμα 11. Γεωγραφική Κατανομή του Βακτηρίου *X. Fastidiosa* ( Πηγή : EFSA , 2015)

Ωστόσο, η Ευρωπαϊκή Ένωση αντέδρασε γρήγορα ενάντια σε αυτό το παθογόνο, δημοσίευσε αρκετές αποφάσεις το 2014, το 2015 και το 2016 και εφαρμόστηκαν δραστικοί έλεγχοι για την αποφυγή της εισαγωγής μολυσμένων φυτών στην επικράτειά της. Ωστόσο, η Ευρωπαϊκή Ένωση (και πιθανώς πολλές άλλες χώρες) έχει εισαγάγει τα τελευταία δέκα χρόνια έναν μεγάλο αριθμό φυτών ξενιστών *X. fastidiosa*, από περιοχές όπου υπήρχε το

βακτήριο και τα φυτά δεν ελέγχθηκαν ειδικά για αυτό το παθογόνο. Για παράδειγμα, υπήρχαν περισσότεροι από 35.000 τόνοι φυτών σε γλάστρες που εισήχθησαν κάθε χρόνο από το 2010 έως το 2014 από την Κόστα Ρίκα, τη Γουατεμάλα, την Ονδούρα και άλλες χώρες όπου υπάρχει αυτό το παθογόνο που δεν ελέγχθηκαν. Δυστυχώς, στην πλειονότητα των χωρών, τα φυτοϋγειονομικά πιστοποιητικά εξαγωγής παρέχονται χωρίς καμία ανάλυση κατά του *X. fastidiosa*, αμέσως μετά την οπτική επιθεώρηση των φυτών. Είναι πλέον σαφές ότι η ανίχνευση σε ασυμπτωματικά φυτά είναι απαραίτητη, επειδή αυτό το βακτήριο μπορεί να έχει μακρά περίοδο επώασης στον ξενιστή ή ακόμη και να μην εμφανίζει συμπτώματα σε ορισμένα μολυσμένα φυτά. Σε αυτό το πλαίσιο, ο Ευρωπαϊκός και Μεσογειακός Οργανισμός Φυτοπροστασίας (EPPO) δημοσίευσε πολύ χρήσιμα πρωτόκολλα επιθεώρησης και διάγνωσης (EPPO, 2016).

Οι ελιές αποτελούν ορόσημα της περιοχής της Μεσογείου εδώ και χιλιάδες χρόνια. Δυστυχώς, αυτός ο πολύτιμος πόρος απειλείται τώρα σοβαρά από το βακτήριο *X. Fastidiosa* καθώς αυτό το παθογόνο μεταδίδεται από πολλά έντομα που τρέφονται με ξύλο και προέρχεται από την αμερικανική ήπειρο. Το στέλεχος του *X. fastidiosa* που βρέθηκε στην Ιταλία (ονομάζεται "CoDiRO") ανήκει στο υποείδος *pauca*, μολύνει τουλάχιστον 28 είδη ξενιστές και διανέμεται από ένα ημίπτερο, τη σάλια, *Philaenus spumarius*.

Μετά το ξέσπασμα του *X. fastidiosa* στην Ιταλία που σχετίζεται με την ταχεία πτώση της ελιάς, οι Εθνικοί Φυτοπροστατευτικοί Οργανισμοί (NPPO) των χωρών της Βόρειας Αφρικής και της Εγγύς Ανατολής (NEPPO) και των ευρωμεσογειακών χωρών (EPPO) εξέφρασαν έντονα ανησυχία και την ανάγκη ενημέρωσης και κατάρτισης για τη θέσπιση αποτελεσματικών μέτρων για την πρόληψη της εισαγωγής και της εξάπλωσης αυτού του παθογόνου και των φορέων του.

Ως εκ τούτου, ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO), η Διεθνής Σύμβαση για την Προστασία των Φυτών (IPPC) και το CIHEAM, με την υποστήριξη των NEPPO και EPPO, έχουν οργανώσει από κοινού ένα ειδικό διεθνές εργαστήριο για την ανταλλαγή ενημερωμένων πληροφοριών σχετικά με τη μόλυνση και την εκπαίδευση των NPPO τις πρόσφατες αναπτυγμένες μεθόδους και τεχνικά πρωτόκολλα για έγκαιρη επιτήρηση, διάγνωση και έλεγχο του *Xylella fastidiosa* και των φορέων του.

Η εμφάνιση του συνδρόμου της ταχείας παρακμής της ελιάς (Olive Quick Decline) που προκαλείται από την *Xylella fastidiosa* στην περιοχή της Απουλίας (Ιταλία) με το στέλεχος Co.Di.R.O που επηρεάζει τα ελαιόδεντρα αποτελεί τεράστια απειλή για την παραγωγή ελιάς σε όλες τις χώρες της Μεσογείου. Περίπου το 95% των ελαιόδεντρων καλλιεργούνται στην περιοχή της Μεσογείου, όπου οι χώρες της Εγγύς Ανατολής και της

Βόρειας Αφρικής κατατάσσονται δεύτερες στην παγκόσμια παραγωγή ελιών, μετά τις χώρες της Νότιας Ευρώπης (Ισπανία, Ιταλία και Ελλάδα) (D'Onghia, 2017).

Η πρώτη έκθεση για *X. fastidiosa* σχετικά με τα ελαιόδεντρα στη Νότια Ιταλία και το συνακόλουθο εκτιμώμενο κόστος των απωλειών των ελαιόδεντρων σε αυτήν την περιοχή (250 εκατομμύρια ευρώ) προειδοποίησαν για την αναδυόμενη απειλή για ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου λόγω ευνοϊκών κλιματολογικών συνθηκών για την εξάπλωση της επιδημίας της λοίμωξης. Η πολυπλοκότητα του ξενιστή του *X. fastidiosa* και η ποικιλία των τρόπων εξάπλωσής του αυξάνουν τον κίνδυνο εισαγωγής του στις χώρες της περιοχής μέσω του εμπορίου με δυνητικά μολυσμένα φυτά ξενιστές. Αυτά τα γεγονότα επιβάλλουν την ανάγκη επανεξέτασης και ενίσχυσης των φυτοϋγειονομικών μέτρων που εφαρμόζονται στην περιοχή και τη θέσπιση εναρμονισμένου προγράμματος επιτήρησης σε όλες τις χώρες ( Raffini, 2020).

Το σύνδρομο της ταχείας παρακμής της ελιάς της ελιάς είναι μια ασθένεια που εμφανίστηκε ξαφνικά πριν από μερικά χρόνια στη νοτιοανατολική Ιταλία και άρχισε να εξαπλώνεται γρήγορα σε όλη την περιοχή. Η ασθένεια χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση της διάσπαρτης αποξήρανσης των κλαδιών και ιδίως των μικρών κλαδιών. Τα φύλλα είναι τα πρώτα που επηρεάζονται. Η νέκρωση ξεκινά από την άκρη τους και προχωρά προς το μίσχο, επεκτείνοντας σε ολόκληρη τη λεπίδα. Τα νεκρά φύλλα παραμένουν προσκολλημένα καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού στα κλαδιά, τα οποία είναι επίσης ξερά και πέφτουν κατά τη διάρκεια της περιόδου των βροχών. Τα συμπτώματα εντοπίζονται πρώτα στο άνω μέρος της κόμης των φυτών και μετά εκτείνονται στο υπόλοιπο θόλο.



Σχήμα 12. Ελαιόδεντρο προσβεβλημένο από *X. Fastidiosa* ( Πηγή : xfactorsproject, 2020)

Οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στο Μπάρι από το τοπικό πανεπιστήμιο, αποκάλυψε ότι εκτός από άλλους υποτιθέμενους παράγοντες ασθένειας, δηλαδή μύκητες που κατοικούν σε ξύλο του γένους *Phaeoacremonium*, *Pseudophaemoniella* gen. *Noëmbrios*, *Pleumostomophora* and *Neofusicocum*, τα δέντρα που έχουν προσβληθεί από το της ταχείας παρακμής φιλοξένησαν σταθερά το *Xylella fastidiosa*.

Ωστόσο, μια υποτιθέμενη λιπάση / εστεράση (LesA) που εκκρίνεται από βακτηριακά κύτταρα έχει πρόσφατα αναγνωριστεί ως ένας παράγοντας μολυσματικότητας που ξεκινά οριακό καύση φύλλων αμπέλου (Nascimiento et al., 2016). Λόγω της βιολογίας του, η οποία δεν συμμορφώνεται με εκείνη των βακτηριακών παθογόνων, το *Xylella fastidiosa* θεωρείται από καιρό ότι είναι ιός, έως ότου και απομονώθηκε σε καλλιέργεια από τους Wells et al.(1987).

Το *Xylella fastidiosa* υποδιαιρείται σε υποείδη, τέσσερα από τα οποία, *Xf fastidiosa*, *Xf multiplex*, *Xf pauca* και *Xf sandyi*, διατηρούνται επί του παρόντος ως έγκυρα. Αυτά τα υποείδη έχουν διαφορετική γεωγραφική κατανομή στην αμερικανική ήπειρο, τον τόπο προέλευσης του βακτηρίου και ένα εξαιρετικά ευρύ φάσμα ξενιστών: 75 οικογένειες βοτάνων, 204 γένη και 359 είδη φυτών (D'Onghia, 2017).

Όταν το *Xf* εισέρχεται σε ένα νέο περιβάλλον με ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες, καθιερώνεται λόγω της πολυφαγίας του και δεν είναι πλέον εξαλείψιμο. Αυτό φαίνεται να ισχύει, όπως υποδηλώνεται από το αποτέλεσμα των μελετών που διεξάγονται στο Μπάρι.



Στην Ιταλία ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα για να ταυτοποιηθεί και ερευνηθεί η παρουσία του βακτηρίου στην περιοχή και η αιτιώδης σχέση του με το σύνδρομο της ταχείας παρακμής :

- (i) Πρώτη ταυτοποίηση της *Xylella fastidiosa* σε διάφορα φυτά (ελιά, αμυγδαλιά, που εμφανίζουν συμπτώματα
- (ii) Διαφορετικά είδη μυκήτων αποικίζουν το ξύλο των ελαιόδεντρων της χερσονήσου Salento όπου είναι και το κέντρο της επιδημίας
- (iii) Οριστικοποίηση των ορολογικών διαδικασιών (ELISA, DTBIA, ανοσοφθορισμού) και μοριακών (PCR, Real Time PCR, LAMP) για την αξιόπιστη ταυτοποίηση του βακτηρίου
- (iv) Απομόνωση του στελέχους CoDiRO από ελιά και άλλα μολυσμένα είδη φυτών
- (v) Ταυτοποίηση του CoDiRO ως στέλεχος του *Xf pauca*.
- (vi) Πλήρης αλληλουχία του γονιδιώματος του στελέχους CoDiRO
- (vii) Ταυτοποίηση του φορέα *Philaenus spumarius* (οικογένεια Aphrophoridae) ως ο κύριος αν όχι ο μόνος φορέας του στελέχους CoDiRO και προσδιορισμός του βιολογικού του κύκλου
- (viii) Μικροσκοπική ανίχνευση και ταυτοποίηση του βακτηρίου σε αγγεία ξύλου των μολυσμένων φυτών
- (ix) Προσδιορισμός 22 εναλλακτικών ξενιστών του στελέχους CoDiRO
- (x) Πειραματικά στοιχεία ότι κατά τον μηχανικό εμβολιασμό με βακτηριακές καλλιέργειες, το στέλεχος CoDiRO δεν μολύνει αμπέλια (cv. Cabernet sauvignon) ενώ πολλαπλασιάζεται εύκολα σε φυτά ελιάς και σε ριζωμένα μοσχεύματα
- (xi) Πλήρης αλληλουχία του γονιδιώματος του CO33, ένα προϊόν απομόνωσης του *Xylella fastidiosa* που μολύνει τον καφέ στη βόρεια Ιταλία
- (xii) Τα φυτά ξενιστές που εκτίθενται σε μολυσματικό *Philaenus spumarius* στο χωράφι μολύνονται με διαφορετικούς ρυθμούς. Το βακτήριο ανιχνεύθηκε με εργαστηριακές δοκιμές σε ελαιόδεντρα χωρίς συμπτώματα μόλις έξι μήνες μετά τον τη μόλυνση από τα έντομα
- (xiii) Από τα νεαρά δέντρα ελιάς, εσπεριδοειδών και αμπέλων που φυτεύτηκαν σε νοσούντες ελαιώνες για έκθεση σε μολυσματικούς φορείς, μόνο οι ελιές μολύνθηκαν εντός 12 μηνών και άρχισαν να εμφανίζουν συμπτώματα 16-18 μήνες μετά τη φύτευση

- (xiv) Εκπλήρωση των κριτηρίων του Koch με εμβολιασμό διαφορετικών ξενιστών με καλλιέργειες του στελέχους CoDiRO (D'Onghia, 2017).

Όντας ένα παθογόνο καραντίνας, το *Xylella fastidiosa* ρυθμίζεται από την Οδηγία 2000/29 / CE της ΕΕ, η οποία πρέπει να εφαρμοστεί σε όλα τα κράτη μέλη, συμπεριλαμβανομένης . Η παρούσα οδηγία υπαγορεύει τα μέτρα προστασίας που πρέπει να εφαρμοστούν κατά την εισαγωγή και την εξάπλωση τέτοιων παθογόνων παραγόντων στην επικράτεια της ΕΕ. Η εξάλειψη είναι υποχρεωτική ή, εάν αυτό δεν είναι πλέον δυνατό, πρέπει να ληφθούν μέτρα για τον περιορισμό της διάδοσης των παθογόνων.

Με βάση τις γνώσεις που αποκτήθηκαν με τις παραπάνω αναφερόμενες έρευνες, το ιταλικό Υπουργείο Γεωργίας και Δασών σχεδιάστηκε ένα σχέδιο για τον περιορισμό της μετάδοσης όπου θεωρείται και ένα πρότυπο σχέδιο και για της υπόλοιπες χώρες :

- (i) μηχανικό βοτάνισμα στα στάδια των προνυμφών των φορέων
- (ii) χημικές θεραπείες κατά των ενηλίκων
- (iii) εκρίζωση εναλλακτικών ξενιστών και μολυσμένων ελαιόδεντρων σε πρόσφατα αναγνωρισμένες εστίες ( Raffini, 2020).

#### **1.4.3.2 *Pseudomonas Savastanoi P.v. savastanoi***

Η καρκίνωση της ελιάς προκαλείται από το βακτήριο *Pseudomonas Savastanoi P.v. Savastanoi*. Τα συμπτώματα των μολυσμένων δέντρων περιλαμβάνουν υπερανάπτυξη (νεοπλασίες ή όγκους) στους μίσχους και τα κλαδιά του φυτού ξενιστή, που εμφανίζονται περιστασιακά στα φύλλα και τους καρπούς. Προς το παρόν, οι ρυθμιστικοί παράγοντες *P. savastanoi* που είναι γνωστό ότι εμπλέκονται στην ανάπτυξη κόμβων είναι οι φυτορμόνες ινδολοξικό οξύ (Sisto et al., 2004).

Πρόσφατα, μια παγκόσμια γονιδιωματική ανάλυση του *Pseudomonas Savastanoi P.v. Savastanoi*. για πλασμίδια του βακτηρίου επέτρεψαν την ταυτοποίηση πολλών πιθανών παραγόντων λοιμογόνου παράγοντα σε αυτό το παθογόνο ελιάς, συμπεριλαμβανομένων αρκετών τελεστικών πρωτεϊνών και μιας ποικιλίας γονιδίων που κωδικοποιούν γνωστούς καθοριστές μολυσματικότητας *P. syringae* (Pérez - Martínez et al., 2008).

Όταν παρατηρούνται εκτεταμένες προσβολές στους καρπούς μεγαλόκαρπων ποικιλιών σχηματίζονται καστανόμαυρες κυκλικές κηλίδες. Αργότερα το κέντρο τους σχίζεται και εξέρχεται το βακτηριακό κόμμι. Ενώ το πιο συνηθισμένο σύμπτωμα είναι η ξήρανση των βλαστών.

Εν κατακλείδι είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι στον τομέα της αντιμετώπισης τα φυτοφάρμακα χρησιμοποιούνται συχνά για την προστασία της ελιάς από παράσιτα και

επιθέσεις ασθενειών. Ωστόσο, υπάρχει αυξημένη ανησυχία για τις επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον, τους οργανισμούς που δεν αποτελούν στόχο, την ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα των προϊόντων.

Η ΕΕ επιδιώκει να μειώσει την εξάρτηση όλων των καλλιεργειών από τα φυτοφάρμακα για την παραγωγή ελιάς, προωθώντας καινοτόμες γεωργικές στρατηγικές χαμηλού περιβαλλοντικού αντίκτυπου, και προωθεί νέα συστήματα διαχείρισης όπως η ολοκληρωμένη παραγωγή και η βιολογική γεωργία για τη μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων.

#### **1.4.4 Ιοί**

Ορισμένοι ιοί με διαφορετική ταξινομική συσχέτιση έχουν εντοπιστεί στη Μεσόγειο που σχετίζονται με παραμορφώσεις καρπών και φύλλων και αποχρωματισμούς φυλλώματος που κυμαίνονται από χλώρωση έως έντονο κιτρίνισμα. Ο οικονομικός αντίκτυπος των μολύνσεων από ιούς δεν έχει προσδιοριστεί αν και πρόσφατες αναφορές δείχνουν ότι ορισμένοι ιοί φαίνεται να επηρεάζουν την απόδοση και την ποιότητα παραγόμενου ελαιολάδου (Martelli, 2013).

## **2. Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ**

Η κλιματική αλλαγή και ο αυξανόμενος πληθυσμός απειλούν την παγκόσμια επισιτιστική ασφάλεια. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να αυξήσει τους ανθρώπους που πλήττονται από την επισιτιστική ανασφάλεια, όπου από 5 έως 170 εκατομμύρια άτομα που διατρέχουν κίνδυνο πείνας έως το 2080. Οι προβλεπόμενες αλλαγές στη θερμοκρασία, τον υετό, το διοξείδιο του άνθρακα και τη συχνότητα και τη σοβαρότητα των ακραίων συμβάντων, αναμένεται να έχουν βαθιές επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα του εδάφους και την εναπόθεση άνθρακα. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η ξηρασία θα ενταθεί σε ορισμένες εποχές σε περιοχές όπως η περιοχή της Μεσογείου και η Αφρική.

Η γεωργία στην περιοχή της Μεσογείου συνδέεται άρρηκτα με την ποιότητα του εδάφους και την παροχή νερού. Οι προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή στην περιοχή της Μεσογείου δείχνουν ότι η γεωργική παραγωγικότητα προβλέπεται να μειωθεί. Από την άλλη πλευρά, η παραγωγικότητα θα μπορούσε να αυξηθεί σε ορισμένες περιοχές εάν οι αγρότες προσαρμοστούν στις μελλοντικές κλιματολογικές συνθήκες. Σε καταστάσεις

όπου οι αγρότες δεν προσαρμόζονται, αναμένεται μείωση αυτής της παραγωγικότητας. Επίσης, η επίδραση των ιδιοτήτων του εδάφους και του διαθέσιμου νερού πρέπει να ληφθεί υπόψη για τη διατήρηση της παραγωγής των καλλιεργειών (Rahimi-Moghaddam et al., 2018).

Η λεκάνη της Μεσογείου θεωρείται «hotspot» για την κλιματική αλλαγή, επειδή οι μελλοντικές προβλέψεις δείχνουν σημαντικές τάσεις θέρμανσης και αύξηση των διαδοχικών ξηρών ημερών για αυτήν την περιοχή, οδηγώντας σε μια συνολική αύξηση της ξηρότητας. Σε αυτό το πλαίσιο, η κλιματική αλλαγή μπορεί να γίνει ιδιαίτερα δύσκολη για τους ελαιοκαλλιεργητές.

## **2.1 Διακυβερνητική επιτροπή για την κλιματική αλλαγή**

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) είναι μια επιστημονική διακυβερνητική επιτροπή η οποία λειτουργεί κάτω από την επίβλεψη και την ευθύνη του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος ιδρύθηκε τη δεκαετία του 1980 και συγκριμένα το έτος 1988. Ιδρυτικοί φορείς της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος ήταν ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός και το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών.

Η αποστολή της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος είναι να αξιολογήσει και να χρησιμοποιήσει την επιστημονική γνωστική βάση και τις επιστημονικές έρευνες προκειμένου να μελετήσει ενδελεχώς τις κλιματικές αλλαγές. Σημείο αναφοράς του σκοπού της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος είναι η μελέτη και αξιολόγηση των επιπτώσεων των κλιματικών μεταβολών που προέρχονται από ανθρώπινη δραστηριότητα.

Σε αυτό το πλαίσιο, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος αξιολογεί και προτείνει ενέργειες και πολιτικές που θα μπορούν να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις των κλιματικών μεταβολών που προέρχονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί πως η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος αποσκοπεί όχι μόνο στην δημιουργία δράσεων για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής αλλά και στη δημιουργία νέων αντιλήψεων οι οποίες θα προάγουν το σεβασμό στο περιβάλλον και θα αποτρέπουν μελλοντικές κλιματικές αλλαγές και περιβαλλοντικές καταστροφές (IPCC, 2013).

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος συντονίζει επιστήμονες και ερευνητές από όλο τον κόσμο και μέχρι το έτος 2017 είχε δημοσιεύσει πέντε εκθέσεις. Οι εκθέσεις αυτές έλαβαν χώρα το 1990, το 1995, το 2001, το 2007 και το 2014. Κεντρικό αντικείμενο των εκθέσεων αποτέλεσαν οι κλιματικές αλλαγές που παρατηρούνται ως αποτέλεσμα των ανθρώπινων δράσεων και οι υφιστάμενες (ανάλογα με το έτος δημοσίευσης της εκάστοτε έκθεσης) και μελλοντικές τους επιπτώσεις. Οι εκθέσεις της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος αποτελούν σημείο αναφοράς για όλα τα ζητήματα και τις καταστάσεις - συνθήκες που επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή. Επίσης είναι σημαντικό να τονιστεί πως οι εκθέσεις της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος στηρίζονται αποκλειστικά και μόνο σε επιστημονικές δημοσιεύσεις που προέρχονται από εγκεκριμένους ερευνητές.

Όσον αφορά τη δομή και τη λειτουργία της, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος είναι ένα διακυβερνητικό σώμα το οποίο είναι ανοιχτό σε όλες τις χώρες που είναι μέλη της Παγκόσμιας Μετεωρολογικής Οργάνωσης αλλά και του Προγράμματος για το Περιβάλλον του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος συνέρχεται μία φορά το χρόνο με σκοπό αφενός να προσδιοριστούν η εσωτερική της λειτουργία, οι αρχές της και το πρόγραμμα εργασίας της και αφετέρου να αξιολογηθούν και να εγκριθούν οι εκθέσεις της (Iturbide, 2020).

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος περιλαμβάνει τρεις ομάδες εργασίας. Αυτές οι ομάδες εργασίας έχουν ως αντικείμενο να αξιολογήσουν τις επιστημονικές παραμέτρους των κλιματικών μεταβολών και τις οικονομικές - κοινωνικές επιπτώσεις των κλιματικών μεταβολών. Παράλληλα, οι ομάδες εργασίας της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος επιδιώκουν να εντοπίσουν και να προτείνουν δράσεις και πολιτικές οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Οι δραστηριότητες της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος αντλούν χρηματοδότηση από διάφορες πηγές. Βασικοί πάροχοι χρηματοδότησης της επιτροπής είναι εθνικές κυβερνήσεις διαμέσου εθελοντικών συνεισφορών, η Παγκόσμια Μετεωρολογική Οργάνωση αλλά και το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος των Ηνωμένων Εθνών εξέδωσε στην έκθεση της το έτος 2014 σαφέστατη προειδοποίηση όσον αφορά τις καταστροφικές επιπτώσεις που θα έχει η κλιματική αλλαγή για ολόκληρο τον πλανήτη. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στο γεγονός πως η κλιματική αλλαγή θα προκαλέσει εντός του 21ου αιώνα προβλήματα σίτισης σε μεγάλους πληθυσμούς αλλά και ποικίλες συγκρούσεις

μεταξύ των λαών. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος θεωρεί πως αιτία αυτών των συγκρούσεων θα είναι η εξαφάνιση περιοχών λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, η μετατροπή περιοχών σε μη κατάλληλες για ζωή ζώνες (λόγω ξηρασίας ή ακραίων καιρικών φαινομένων) και ο υποσιτισμός (IPCC, 2013c).

Σύμφωνα με την έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος που δημοσιεύθηκε το έτος 2019, η πιθανότητα να εμφανιστούν σοβαρές και μη αναστρέψιμες επιπτώσεις σε παγκόσμια κλίμακα μεγαλώνει όσο γίνεται πιο έντονο το φαινόμενο της υπερθέρμανσης της Γης. Η έκθεση του 2019 δίνει ιδιαίτερη έμφαση στις σοβαρές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Μάλιστα, η έκθεση τονίζει ξεκάθαρα πως οι χώρες που θα επηρεαστούν περισσότερο από τις καταστροφικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα είναι οι χώρες του νότου.

Παράλληλα, στην έκθεση του 2019 η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος παρουσιάζει εκτενέστατα τα πιο σημαντικά προβλήματα που θα επιφέρει στον άνθρωπο η κλιματική αλλαγή. Η ελλιπής σίτιση, η έλλειψη νερού, η αύξηση των μεγάλων πλημμυρών, η φτώχεια, η καταστροφή του τόπου διαμονής και η αναγκαστική μετανάστευση θα είναι μόνο μερικά από τα δεινά που θα επιφέρει η κλιματική αλλαγή σύμφωνα με την έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος του έτους 2019. Πάρα πολλοί παγκόσμιοι φορείς επιδοκίμασαν την έκθεση της επιτροπής και τη χαρακτήρισαν ως ισχυρό μήνυμα αφύπνισης για την παγκόσμια κοινότητα η οποία είναι υποχρεωμένη και αναγκασμένη να αντιμετωπίσει την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της άμεσα.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος σε κάθε της έκθεση αλλά ιδιαίτερα στην έκθεση του 2019, εστιάζει στα πιθανά μέτρα προστασίας από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, στην αναγκαιότητα λήψης αυτών των μέτρων αλλά και τα όριά τους προκειμένου και αυτά να είναι εφικτά αλλά και να μην παρεμποδίζουν αρνητικά τη λειτουργία της ανθρώπινης κοινωνίας και την εύρυθμη λειτουργία του περιβάλλοντος. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος προβάλλει την ανάγκη ανάληψης άμεσων ενεργειών προκειμένου να περιοριστούν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, που είναι και υπεύθυνα για την υπερθέρμανση του πλανήτη και τις καταστροφικές συνέπειες που αυτή συνεπάγεται.

Το έργο της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος των Ηνωμένων Εθνών είναι πολύ σημαντικό. Ιδιαίτερα στην εποχή που διανύουμε όπου οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής γίνονται όλο και πιο έντονες η αξία του θεσμού της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος γίνεται όλο και πιο μεγάλη.

Συγκεκριμένα, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος αποτελεί τη βάση για τις διεθνείς διαπραγματεύσεις, τη χρηματοδότηση των δράσεων προστασίας του πλανήτη και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Iturbide, 2020).

Στην παρούσα περίοδο, κεντρικός στόχος της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος είναι ο περιορισμός της υπερθέρμανσης του πλανήτη κάτω από τους 2 βαθμούς Κελσίου σε σχέση με τα μέσα επίπεδα της προβιομηχανικής περιόδου. Σύμφωνα με την έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος του έτους 2019, ο κίνδυνος από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής κρίνεται ως πάρα πολύ υψηλός εφόσον η μέση θερμοκρασία του πλανήτη αυξηθεί πάνω από τους 4 βαθμούς Κελσίου σε σχέση με την παγκόσμια μέση θερμοκρασία της προβιομηχανικής περιόδου.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να τονιστεί, πως ακόμα και εάν η αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας δεν ξεπεράσει τους 2 βαθμούς Κελσίου, δεν σημαίνει πως δεν θα υπάρχουν επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή. Ακόμη και αν η παγκόσμια μέση θερμοκρασία αυξηθεί μόνο μεταξύ 1 και 2 βαθμών Κελσίου, οι επιπτώσεις θα συνεχίσουν να υφίστανται. Βεβαίως, όσο μεγαλύτερη είναι και η αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας (πάντα σε σχέση με τη μέση θερμοκρασία της προβιομηχανικής περιόδου) τόσο πιο έντονες θα είναι και οι επιπτώσεις.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος τονίζει πως οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής επηρεάζουν ήδη όλη την υφήλιο. Ταυτόχρονα, η επιτροπή προειδοποιεί πως κατά τη διάρκεια του 21ου αιώνα, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα επιδεινωθούν δραματικά σε παγκόσμια κλίμακα. Στην εποχή μας όλες τις περιοχές του κόσμου έχουν επηρεαστεί σε μεγάλο ή σε μικρό βαθμό από την κλιματική αλλαγή:

- Στην Αφρική, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των κατοίκων δεν έχει επαρκή πρόσβαση σε νερό.
- Στην Ευρώπη, οι πλημμύρες αλλά και τα ακραία καιρικά φαινόμενα έχουν αυξηθεί δραματικά από το 2.000 και μετά.
- Στην Ασία, τόσο οι πλημμύρες όσο και τα ισχυρά κύματα καύσωνα μπορούν να προκαλέσουν αναγκαστικές μετακινήσεις μεγάλων πληθυσμών.
- Στη Βόρεια Αμερική, τα ακραία φυσικά φαινόμενα (καύσωνες, παράκτιες πλημμύρες, πυρκαγιές, τυφώνες) γίνονται όλο και πιο συχνά προκαλώντας τεράστιες υλικές καταστροφές αλλά και ανθρώπινες απώλειες.

- Στη Νότια Αμερική, αρχίζει να υπάρχει πρόβλημα πρόσβασης σε νερό ιδιαίτερα στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες.
- Στους πόλους της Γης, η πάγοι λιώνουν με αυξανόμενο ρυθμό και μέσα στις επόμενες δεκαετίες η στάθμη της θάλασσας θα ανέβει, Αναπόφευκτα, οι παραθαλάσσιες περιοχές και τα νησιά θα επηρεαστούν.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος χαρακτηρίζει την εποχή που διανύουμε ως μια εποχή αλλαγής του κλίματος που προκαλείται από τον άνθρωπο. Αυτό που είναι ανησυχητικό όμως είναι το γεγονός η ανθρωπότητα δεν είναι σε καμία περίπτωση προετοιμασμένη για τους κινδύνους που σχετίζονται με το κλίμα παρά το γεγονός πως πολλοί από αυτούς τους κινδύνους είναι ήδη ορατοί και έχουν επιπτώσεις.

Η κλιματική αλλαγή κάνει το παγκόσμιο κλίμα πιο θερμό. Αναπόφευκτα, αυτό το θερμότερο κλίμα θα έχει πολύ σοβαρό αντίκτυπο στην ασφάλεια των τροφίμων, στην κατανομή των θαλάσσιων ειδών, στην αλιεία και στη γεωργική παραγωγή. Σύμφωνα με την έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος του έτους 2019, καμία παράμετρος που σχετίζεται με την ασφάλεια των τροφίμων δεν θα μείνει ανεπηρέαστη από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Επιπροσθέτως, η επιτροπή τονίζει πως ισχυρός θα είναι ο αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής τόσο στη διαθεσιμότητα των τροφίμων όσο και στις μεταβολές των τιμών των τροφίμων. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος θεωρεί πως οι άνθρωποι που διαμένουν σε αγροτικές περιοχές θα είναι και αυτοί που θα πληγούν σε μεγαλύτερο βαθμό από την κλιματική αλλαγή. Ταυτόχρονα, η έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος του έτους 2019, τονίζει πως οι συνολικές οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα είναι πολλές ιδιαίτερα αρνητικές. Ειδικότερα, η επιτροπή ισχυρίζεται πως η κλιματική αλλαγή θα αποτελέσει μοχλό επιβράδυνσης της οικονομική ανάπτυξης και θα προκαλέσει εστίες φτώχειας αλλά και ποικίλων οικονομικών προβλημάτων (Sharma, 2019).

Η κλιματική αλλαγή θα επιφέρει μεγάλη επιδείνωση των ακραίων καιρικών φαινομένων αλλά και μεγάλη αύξηση στη συχνότητα εμφάνισης αυτών. Ακραία φαινόμενα, όπως οι ισχυροί τυφώνες, οι παράκτιες πλημμύρες, οι παρατεταμένες ξηρασίες, τα κύματα καύσωνα και οι μεγάλης διάρκειας καταιγίδες θα προκαλέσουν πάρα πολλά προβλήματα σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος, τα ακραία φαινόμενα που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή θα οδηγήσουν σε αναγκαστική μετανάστευση πληθυσμών η οποία σε συνδυασμό με τη δυσκολότερη πρόσβαση σε νερό και σε τρόφιμα θα πυροδοτήσει συγκρούσεις και νέα



προβλήματα. Παράλληλα, η έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος του έτους 2019, δίνει μεγάλη έμφαση και στα προβλήματα υγείας που θα προκαλέσει η κλιματική αλλαγή. Η επιτροπή τονίζει πως θα υπάρξει αύξηση των προβλημάτων υγείας εξαιτίας των ακραίων φαινομένων του υποσιτισμού και της ακαταλληλότητας του πόσιμου νερού.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος παρουσίασε στην έκθεση της το έτος 2014 τον αντίκτυπο που έχει η κλιματική αλλαγή στους ωκεανούς αλλά και στην κρυόσφαιρα της Γης. Ως κρυόσφαιρα χαρακτηρίζονται οι παγωμένες περιοχές του πλανήτη. Τα συμπεράσματα της έκθεσης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος είναι ξεκάθαρα καθώς η παρέμβαση του ανθρώπου είναι η κύρια αιτία για την υπερθέρμανση του πλανήτη. Με τη σειρά της, η υπερθέρμανση του πλανήτη επηρεάζει καθοριστικά τους ωκεανούς. Από τη μια πλευρά η θερμοκρασία και η οξύτητά των ωκεανών αυξάνεται και από την άλλη η περιεκτικότητά των ωκεανών σε οξυγόνο μειώνεται. Ταυτόχρονα, η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει και μάλιστα με πολύ πιο γρήγορους από το αναμενόμενο ρυθμούς.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο θαλάσσιο οικοσύστημα της Γης θα είναι καταστροφικές. Ιδιαίτερα τα ευάλωτα θαλάσσια οικοσυστήματα όπως για παράδειγμα οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, θα υποστούν τεράστιο πλήγμα. Όμως, πέρα από τα θαλάσσια οικοσυστήματα, οι άνθρωποι που βιοπορίζονται από την αλιεία θα βρεθούν αντιμέτωποι με πρωτόγνωρες και επικίνδυνες συνθήκες και καταστάσεις. Άλλωστε, η κλιματική αλλαγή θα προκαλέσει στις παραθαλάσσιες περιοχές συχνή εμφάνιση ακραίων φαινομένων όπως πλημμύρες και θαλάσσιους καύσωνες. Δεν υπάρχει αμφιβολία, πως αυτά τα φαινόμενα θα πλήξουν τους ανθρώπους της αλιείας και κατ' επέκταση τις οικονομίες των παραθαλάσσιων κοινωνιών.

Εντούτοις, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος στην έκθεση της το έτος 2019, υποστηρίζει πως ακόμα και στην εποχή που διανύουμε οι υγιείς ωκεανοί μπορούν να αποτελέσουν μια πηγή λύσεων απέναντι στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Αυτή η άποψη έχει μεγάλη βαρύτητα και ισχύ καθότι οι ωκεανοί του πλανήτη δεσμεύουν το μεγαλύτερο μέρος της πλεονάζουσας θερμότητας και του CO<sub>2</sub> που παράγεται από τη σύγχρονη ανθρώπινη κοινωνία. Επιπροσθέτως, οι ωκεανοί αποτελούν πηγή τροφής αλλά και ανανεώσιμης ενέργειας.

Στο σημείο αυτό όμως πρέπει να τονιστεί, πως οι ωκεανοί μπορούν να παραμείνουν υγιείς μόνον εάν περιορίσουμε την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη κάτω από τους 2 βαθμούς Κελσίου σε σχέση με τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία της

προβιομηχανικής εποχής. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η Ευρωπαϊκή Ένωση σε συμφωνία με τα πεπραγμένα των εκθέσεων της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος παρουσίασε το έτος 2018 τη στρατηγική της προκειμένου να μεταμορφωθεί σε μια οικονομία μηδενικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έως το έτος 2050.

Η κάθε έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος παρέχει στους υπευθύνους χάραξης πολιτικής σε ολόκληρο τον πλανήτη μια ισχυρή επιστημονική βάση στο πλαίσιο των προσπαθειών τους για τον εκσυγχρονισμό της οικονομίας, την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της, την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και την εξάλειψη της φτώχειας. Από το 2014 και μετά, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος Επιτροπή έχει δρομολογήσει μια μεγάλη αποστολή έρευνας και καινοτομίας για την υγεία των ωκεανών, με στόχο την παροχή λύσεων για τη διατήρηση των πολύτιμων αυτών οικοσυστημάτων (Robinson, 2020).

Σε κάθε περίπτωση, οι εκθέσεις της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος παρέχουν αδιαμφισβήτητα και επιστημονικά τεκμηριωμένα στοιχεία σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο το κλίμα του πλανήτη αλλάζει και επηρεάζει ανεξαιρέτως τον κάθε άνθρωπο. Αποτελεί ευθύνη παγκόσμια, εθνική, συλλογική αλλά και ατομική να μετατραπούν οι οδηγίες και οι κατευθύνσεις της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος σε δράσεις και νέες αντιλήψεις προκειμένου η επόμενη μέρα του πλανήτη να είναι καλύτερη από την τωρινή.

## **2.2 Κλιματικά μοντέλα**

Εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής η παρακολούθηση του παγκόσμιου κλίματος είναι πιο σημαντική από ποτέ για την ανθρωπότητα. Τα κλιματικά μοντέλα θεωρούνται ως τα ιδανικά εργαλεία για την παρακολούθηση του παγκόσμιου κλίματος αλλά και για τη μελέτη των δυναμικών φαινομένων που απαρτίζουν τον κλιματικό μηχανισμό. Παράλληλα, διαμέσου των κλιματικών μοντέλων είναι εφικτή η μελέτη του κλίματος στο παρελθόν αλλά και η πραγματοποίηση εκτιμήσεων για τις κλιματικές συνθήκες που θα επικρατούν στη Γη κατά τους επόμενους αιώνες. Σε ένα κλιματικό μοντέλο χρησιμοποιούνται αριθμητικές μέθοδοι προκειμένου να προσομοιωθούν οι αλληλεπιδράσεις της ατμόσφαιρας με την επιφάνεια της Γης, τους ωκεανούς του πλανήτη και τους πόλους. Τα τελευταία χρόνια η πλέον διαδεδομένη χρήση των κλιματικών

μοντέλων αφορά την πρόβλεψη της πορείας της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου το οποίο και θεωρείται υπεύθυνο για την κλιματική αλλαγή.

Το ενεργειακό ισοζύγιο αποτελεί τη βάση των κλιματικών μοντέλων. Αυτό σημαίνει πως σε όλα τα κλιματικά μοντέλα λαμβάνεται υπόψη η εισερχόμενη μικρού μήκους κύματος ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που προέρχεται από τον ήλιο αλλά και η εξερχόμενη υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπεται από τη Γη. Εάν υπάρχει διαφορά μεταξύ των ποσοτήτων των δυο αυτών ακτινοβολιών τότε προκαλούνται μεταβολές στη θερμοκρασία της Γης. Θα μπορούσε να ειπωθεί πως επί της ουσίας ένα κλιματικό μοντέλο αποτελεί μια προσομοίωση του κλιματικού συστήματος η οποία βασίζεται σε διαδικασίες φυσικές, βιολογικές και χημικές. Εντούτοις, οι εξισώσεις που προκύπτουν από τις φυσικές, βιολογικές και χημικές διεργασίες είναι ιδιαίτερα πολύπλοκες έτσι ώστε να απαιτείται αριθμητική ανάλυση. Τα κλιματικά μοντέλα παρέχουν δεδομένα διακριτά τόσο χωρικά όσο και χρονικά. Αυτό σημαίνει πως τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τα κλιματικά μοντέλα αποτελούν μέσες τιμές ανά περιοχή και για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (IPCC, 2001).

Κάποια κλιματικά μοντέλα μπορούν να προσδιορίσουν μέση τιμή μεγέθους σε παγκόσμια ή ηπειρωτική κλίμακα, ενώ άλλα κλιματικά μοντέλα μπορούν να προσδιορίσουν μέση τιμή μεγέθους σε περιοχή που η έκταση της δεν ξεπερνά τα 100 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Αντίστοιχα, όσον αφορά το χρονικό "παράθυρο" της πρόβλεψης, αυτό μπορεί να κυμαίνεται από λεπτά μέχρι και χρόνια. Το χωρικό και χρονικό περιθώριο της πρόβλεψης ενός κλιματικού μοντέλου καθορίζεται από τις ανάγκες της έρευνας.

Είναι αναπόφευκτο ακόμα και για τα μοντέλα που περιέχουν μεγάλη ανάλυση να υπάρχουν ελλείψεις. Άλλωστε το εύρος των παραμέτρων, των διεργασιών, των μεγεθών, των μεταβλητών και των παραγόντων που μπορούν ή πρέπει να συμπεριληφθούν είναι πολύ μεγάλο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα απρόβλεπτου παράγοντα σε ένα κλιματικό μοντέλο αποτελούν οι καταιγίδες. Επιπροσθέτως, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί πως κάποιες διεργασίες ακόμα και στην εποχή που διανύουμε δεν είναι απολύτως γνωστές. Αυτό συνεπάγεται πως δεν είναι εφικτό να συμπεριληφθούν με ακρίβεια οι επιδράσεις των διεργασιών αυτών στο κλιματικό μοντέλο.

Συνεπώς, αυτό που μπορεί να γίνει είναι να παραμετροποιηθούν οι διεργασίες αυτές με τη χρήση κανόνων αριθμητικών και εμπειρικών. Ακόμα και σε αυτή την περίπτωση όμως εξακολουθεί να υπάρχει αβεβαιότητα αφού η παραμετροποίηση μπορεί να αναπαράγει μόνο τις άμεσες επιδράσεις αυτών των φαινομένων.

Λαμβάνοντας υπόψη τις βασικές αρχές της φυσικής, της χημείας και της βιολογίας, τα κλιματικά μοντέλα χρειάζονται προκειμένου να μπορούν να λειτουργήσουν κάποια δεδομένα εισόδου. Τα δεδομένα εισόδου προέρχονται από παρατηρήσεις μεγεθών, από μετρήσεις μεγεθών αλλά και από αποτελέσματα άλλων μοντέλων. Τα δεδομένα εισόδου ενός κλιματικού μοντέλου χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία είναι οι οριακές συνθήκες και η δεύτερη κατηγορία είναι οι εξωτερικοί εξαναγκασμοί. Συνήθως, κατά τη διάρκεια μιας προσομοίωσης οι οριακές συνθήκες παραμένουν αμετάβλητες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εξωτερικών εξαναγκασμών σε ένα κλιματικό μοντέλο θα μπορούσαν να αποτελέσουν οι μεταβολές της δραστηριότητας του Ήλιου (Forster, 2020).

Εντούτοις, είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί, πως οι εξωτερικοί εξαναγκασμοί ενός κλιματικού μοντέλου μπορεί για κάποιο άλλο κλιματικό μοντέλο να αποτελούν δεδομένα εξόδου. Από την άλλη πλευρά, είναι πιθανό σε κλιματικά μοντέλα που μελετούν κλιματικές αλλαγές για μεγάλα χρονικά διαστήματα, οι οριακές συνθήκες να μεταβάλλονται με τρόπο δυναμικό. Σε κάθε περίπτωση, σε όλα τα κλιματικά μοντέλα είναι απαραίτητο να υφίστανται δεδομένα εισόδου κατά τη διάρκεια των προσομοιώσεων. Η καλή ποιότητα των δεδομένων είναι κρίσιμος παράγοντας κατά το στάδιο δημιουργίας και ανάπτυξης του κώδικα του μοντέλου αφού τα δεδομένα θα προσδώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες για τις ιδιότητες του συστήματος. Ταυτόχρονα, για να προκύψουν ακριβή και αξιόπιστα δεδομένα από το κλιματικό μοντέλο, είναι σημαντικό να υπάρχει ένας αρκετά μεγάλος αριθμός δεδομένων που προέρχονται τόσο από μετρήσεις όσο και από παρατηρήσεις.

Καθώς ένα κλιματικό μοντέλο σχεδιάζεται και δομείται είναι σχεδόν αναγκαστικό να λάβουν χώρα απλοποιήσεις οι παράμετροι που προσομοιώνονται έχουν μεταξύ τους αρκετές διαφορές. Οι διαφορές αυτές έγκειται κυρίως στην τάξη μεγέθους των παραμέτρων του μοντέλου τόσο από χωρική όσο και από χρονική σκοπιά. Εντέλει η κρίση του επιστήμονα - μελετητή είναι αυτή που θα ξεχωρίσει τις διεργασίες σε δυο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις διεργασίες εκείνες που οπωσδήποτε θα πρέπει να συμπεριληφθούν στο σχεδιασμό του μοντέλου. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις διεργασίες εκείνες που μπορούν να μην συμπεριληφθούν στο κλιματικό μοντέλο χωρίς μάλιστα η παράληψη τους αυτή να επηρεάζει άμεσα τα τελικά αποτελέσματα. Σε κάθε περίπτωση, η επιλογή των παραμέτρων που δε θα συμπεριληφθούν τελικά στο κλιματικό μοντέλο σχετίζεται άμεσα με τους επιστημονικούς σκοπούς για τους οποίους δημιουργείται το μοντέλο.

Προκειμένου να είναι δυνατή η μελέτη φαινομένων τα οποία αντιστοιχούν σε μεγάλα χρονικά διαστήματα, είναι απολύτως απαραίτητο να χρησιμοποιούνται απλά κλιματικά μοντέλα. Αυτά τα απλά μοντέλα θα πρέπει να μπορούν να δουλεύουν με μεγάλες ταχύτητες αλλά και να παρέχουν τα αποτελέσματά τους ταχύτατα. Επίσης, κατά τη διάρκεια της μελέτης ενός μηχανισμού ανάδρασης του κλιματικού και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των κλιματικών παραμέτρων, είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός απλού κλιματικού μοντέλου το οποίο θα περιλαμβάνει μόνο τα βασικά χαρακτηριστικά του κλίματος.

Βεβαίως, για να είναι αποτελεσματικό, το απλό μοντέλο θα περιλαμβάνει τα βασικά χαρακτηριστικά του κλίματος αναγόμενα σε μεγάλες κλίμακες προκειμένου να μην επηρεάζονται τα αποτελέσματα από τοπικές διακυμάνσεις, από εποχιακές διακυμάνσεις και άλλες μικρής σημασίας μεταβολές. Για αυτό το λόγο τα πιο απλά μοντέλα χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων των πιο πολύπλοκων μοντέλων (Tariador, 2020).

Πέρα από την πολυπλοκότητα και το σχεδιασμό - ανάπτυξη ενός κλιματικού μοντέλου, μια κρίσιμη παράμετρος κατηγοριοποίησης είναι ο διαχωρισμός των μοντέλων ανάλογα με τις μεταβλητές τους. Ο διαχωρισμός των μοντέλων βάση των μεταβλητών τους, γίνεται επειδή σε κάθε μοντέλο υπάρχουν μεταβλητές οι οποίες προσομοιώνονται ως σταθερές αλλά και μεταβλητές οι οποίες μεταβάλλονται και εξετάζονται μέσα στα πλαίσια του μοντέλου. Στα περισσότερα κλιματικά μοντέλα γίνεται προσομοίωση της βασικής φυσικής συμπεριφοράς της ατμόσφαιρας, των ωκεανών και των παγετών. Υπάρχουν μοντέλα τα οποία περιλαμβάνουν λεπτομέρειες για τον κύκλο του άνθρακα σε ξηρά και θάλασσα, πληροφορίες για τη βλάστηση και την επίδραση της στους βιογεωχημικούς κύκλους και μικροφυσικές ιδιότητες του πάγου. Αυτά τα κλιματικά μοντέλα αποτελούν μια οικογένεια μοντέλων που είναι γνωστή με την ονομασία Earth – System Models.

Τα κλιματικά μοντέλα μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με το πόσες είναι οι δράσεις των κλιματικών χαρακτηριστικών που περιγράφονται σε αυτά. Είναι λογικό πως όσο περισσότερες δράσεις κλιματικών χαρακτηριστικών περιλαμβάνει ένα κλιματικό μοντέλο τόσο μεγαλώνει και ο βαθμός πολυπλοκότητας του. Με βάση αυτό το κριτήριο διαχωρισμού, τα κλιματικά μοντέλα κατατάσσονται σε τρεις ξεχωριστές ομάδες. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει τα μοντέλα γενικής κυκλοφορίας (γνωστά ως Global Circulation Models), η δεύτερη ομάδα τα μοντέλα ενεργειακού ισοζυγίου (γνωστά ως Energy Balance Models), και η τρίτη ομάδα τα μοντέλα ενδιάμεσης πολυπλοκότητας (γνωστά ως Earth Models of Intermediate Complexity).

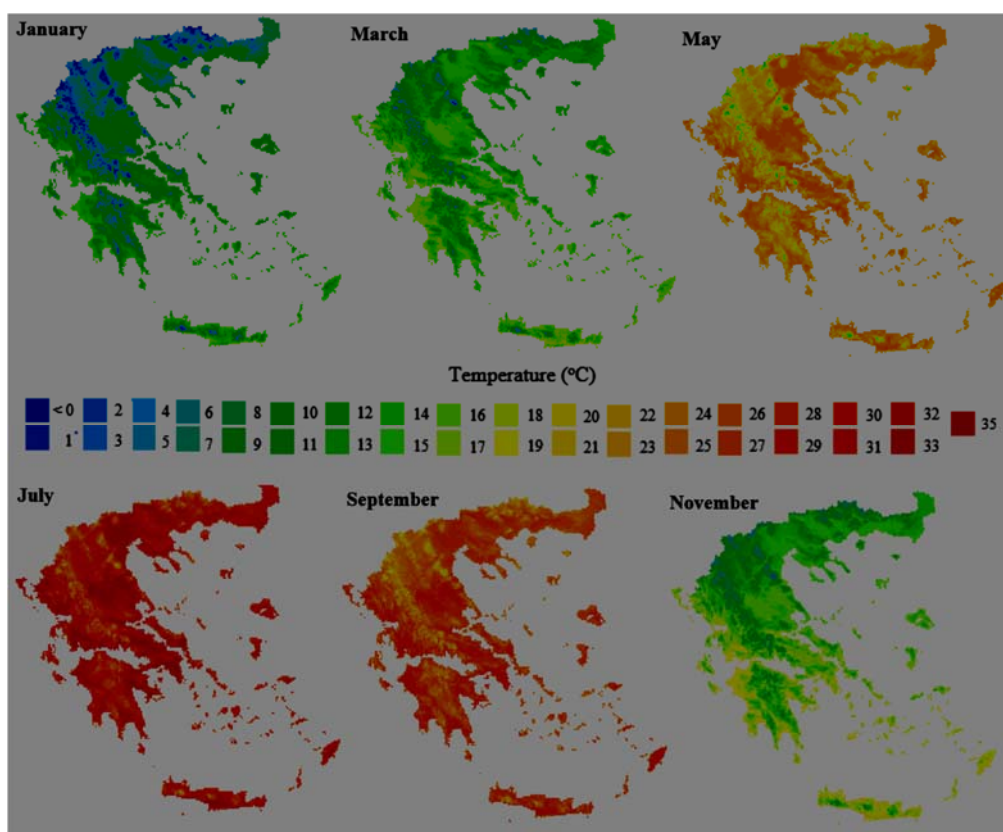
Στην πρώτη ομάδα κλιματικών μοντέλων, την ομάδα μοντέλων γενικής κυκλοφορίας, εντάσσονται τα πιο πολύπλοκα αλλά και τα πιο αξιόπιστα μοντέλα. Τα μοντέλα αυτής της ομάδας μπορούν με επιτυχία και μεγάλη ακρίβεια να προσομοιώσουν τις πλέον σημαντικές φυσικές διεργασίες. Παράλληλα, είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί πως τα μοντέλα γενικής κυκλοφορίας κατορθώνουν τη βέλτιστη προσομοίωση των φυσικών διεργασιών με την καλύτερη δυνατή χρονική αλλά χωρική ανάλυση. Η ονομασία της ομάδας αυτών των μοντέλων δεν είναι τυχαία. Αρχικά, ως μοντέλα γενικής κυκλοφορίας χαρακτηρίζονταν μόνο αυτά που ήταν σχεδιασμένα με σκοπό τη μελέτη της τρισδιάστατης δομής του ανέμου (Pfister, 2017).

Σε αντίθεση με τα μοντέλα γενικής κυκλοφορίας, τα μοντέλα ενεργειακού ισοζυγίου συνιστούν μια ομάδα κλιματικών μοντέλων τα οποία χαρακτηρίζονται από μια δομή αρκετά απλή. Σε αυτή την ομάδα μοντέλων, οι βασικές συνιστώσες του κλιματικού συστήματος προσομοιώνονται με αρκετές παραμετροποιήσεις. Επίσης, οι κύριες μεταβλητές εμφανίζονται με τη μορφή χωρικών ή χρονικών μέσων τιμών με μικρό αριθμό βαθμών ελευθερίας. Η τρίτη ομάδα των κλιματικών μοντέλων, τα μοντέλα ενδιάμεσης πολυπλοκότητας, είναι μια κατηγορία ενδιάμεση. Αυτό σημαίνει πως τα μοντέλα που ανήκουν στην ομάδα αυτή αναπαριστούν με περισσότερες λεπτομέρειες το κλιματικό σύστημα, σε σχέση με τα μοντέλα ενεργειακού ισοζυγίου. Όμως, τα μοντέλα ενδιάμεσης πολυπλοκότητας περιλαμβάνουν αρκετές απλουστεύσεις και παραμετροποιήσεις κατά τη διαδικασία εξαγωγής αποτελεσμάτων με αποτέλεσμα να μην φτάνουν το επίπεδο των μοντέλων γενικής κυκλοφορίας.

Σε κάθε περίπτωση είναι σημαντικό να αναφερθεί πως ανεξάρτητα από την ομάδα στην οποία ανήκουν, όλα τα κλιματικά μοντέλα είναι σε θέση να παρέχουν χρήσιμες αλλά και ακριβείς πληροφορίες για το κλίμα. Βεβαίως, βασική προϋπόθεση για να συμβεί αυτό είναι το να χρησιμοποιηθεί το εκάστοτε κλιματικό μοντέλο για να εξυπηρετήσει τη λειτουργία και το σκοπό της έρευνας. Σε ένα γενικό πλαίσιο, η πιο ασφαλής και έγκυρη διαδικασία προκειμένου να προκύψουν αξιόπιστα συμπεράσματα και αποτελέσματα θεωρείται πως είναι η σύγκριση αποτελεσμάτων που προέρχονται από διαφορετικά μοντέλα. Η σωστή αντιπαραβολή και μελέτη των αποτελεσμάτων που προέρχονται από διαφορετικά κλιματικά μοντέλα μπορεί να απεικονίσει πιο καλά και πιο διεξοδικά ένα φαινόμενο ή μια διαδικασία (Tariador, 2020).

## 2.3 Πρόβλεψη για την κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα

Η Ελλάδα έχει μεσογειακό κλίμα, όπου τα καλοκαίρια χαρακτηρίζονται ζεστά και ξηρά όπου οι θερμοκρασίες μπορούν να ξεπεράσουν τους 30°C (Σχήμα 13), ενώ οι χειμερινοί μήνες παραμένουν σχετικά ήπιοι σε σύγκριση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Οι ορεινές περιοχές σε ολόκληρη τη χώρα, κυρίως στο βορρά, λαμβάνουν μια πολύ πιο δροσερή χειμερινή περίοδο σε σύγκριση με τις χαμηλές περιοχές. Οι θερμοκρασίες γίνονται πολύ πιο ζεστές καθώς προχωρά η άνοιξη, ενώ κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού λαμβάνουν τις υψηλότερες θερμοκρασίες με τουλάχιστον ολόκληρη την Ελλάδα να έχει αρκετές καλοκαιρινές ημέρες με θερμοκρασίες πάνω από 25°C, σε πολλές παράκτιες περιοχές παρατηρούνται πολλές τροπικές ημέρες με πιο έντονες θερμοκρασίες πάνω από 30°C.



Σχήμα 13. Μηνιαία δεδομένα μέγιστης θερμοκρασίας για την Ελλάδα για το χρονικό διάστημα 1971-2000 (Πηγή : Leaver, 2018 )

Όσον αφορά την Ελλάδα, μελέτες του παρελθόντος που χρησιμοποιούσαν είτε στατιστικές είτε δυναμικές τεχνικές έδειξαν ότι οι προβολές των μοντέλων καταδεικνύουν μείωση των μελλοντικών ποσοτήτων βροχόπτωσης . Από την άλλη πλευρά, αναμένεται

αύξηση των δεικτών ακραίων βροχοπτώσεων, η οποία θα είναι πιο έντονη κατά τους χειμερινούς μήνες (Leaver,2018).

Ομοίως με την υπόλοιπη περιοχή της Μεσογείου, η Ελλάδα αναμένεται να αυξήσει τη μέγιστη, την ελάχιστη και τη μέση θερμοκρασία, ειδικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού καθώς και στη συχνότητα εμφάνισης των θερμικών κυμάτων θα αυξηθεί έως ότου τέλος του 21ου αιώνα . Οι ερευνητές συμφωνούν ότι η χρήση ενός μοντέλου γενικής κυκλοφορίας μόνο, δεν μπορεί να παρέχει λεπτομερείς περιφερειακές πληροφορίες στην ελληνική περιοχή.

Η κλιματική αλλαγή πιθανότατα θα έχει αρνητικές επιπτώσεις στην Ελλάδα στο μέλλον ως αποτέλεσμα ανθρωπογενών παραγόντων. Στη μελέτη του Leaver (2018), δύο διαφορετικά κλιματικά μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των προτύπων και των αλλαγών θερμοκρασίας και υετού για την τρέχουσα περίοδο, το εγγύς μέλλον και το μακρινό μέλλον σύμφωνα με το σενάριο RCP8. Από τα αποτελέσματα των προσομοιωμένων κλιματικών μοντέλων, η εμφάνιση θερμότερων και εξαιρετικά υψηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας θα γίνει εμφανής για την πλειοψηφία της Ελλάδας με περιοχές στο νότο και την ανατολή που αποδεικνύεται ιδιαίτερα ευαίσθητες σε τέτοιες αλλαγές.

Ένα από τα πιο σημαντικά ευρήματα αυτής της έκθεσης είναι η μεγάλη αύξηση σε διαδοχικές περιόδους τόσο της μέγιστης όσο και της ελάχιστης θερμοκρασίας για πολλά μέρη της Ελλάδας, με αυτό να σημαίνει ότι τα κλιματικά μοντέλα δείχνουν μια σημαντική αύξηση της διάρκειας των θερμικών κυμάτων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού που θα έχει σημαντικές επιπτώσεις σε πολλές διαφορετικές πτυχές της κοινωνίας, κάτι που θα απαιτήσει προσοχή προκειμένου να προσαρμοστεί σωστά σε τέτοιες αλλαγές.

Τα επίπεδα βροχόπτωσης πιθανότατα θα μειωθούν παράλληλα με αυτήν την αύξηση της θερμοκρασίας, αν και θα πρέπει να διεξαχθεί πρόσθετη έρευνα για την ανάλυση των μοτίβων της διαχρονικής μεταβλητότητας στις διάφορες περιόδους για να επισημανθούν τα ξηρά και υγρά πρότυπα για μεσογειακές χώρες όπως η Ελλάδα.

## **2.4 Μοντελοποίηση επιπτώσεων και προσαρμογών στην κλιματική αλλαγή**

Προκειμένου να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις και οι προσαρμογές της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγή καλλιεργειών, οι ερευνητές βασίζονται σε γεωργικά μοντέλα ή σε προγράμματα υπολογιστών που προσομοιώνουν τα αγρο-οικοσυστήματα. Ένα από τα



πιο συχνά χρησιμοποιούμενα μοντέλα είναι το EPIC, το οποίο αναπτύχθηκε το 1981 από ερευνητές στο Blackland Research and Extension Center (BREC) στο Temple, Texas.

Αρχικά το EPIC ήταν το πρόγραμμα το οποίο παρουσίαζε τον αντίκτυπο της διάβρωσης, καθώς σχεδιάστηκε για να προβλέψει τις επιπτώσεις της διάβρωσης του εδάφους στην παραγωγικότητα στα γεωργικά συστήματα (BREC, 2014). Από τότε, έχει επεκταθεί σε μεγάλο βαθμό με νέες προσομοιώσεις και υπομοντέλα που του επιτρέπουν να προσομοιώνει τις επιπτώσεις του καιρού, του εδάφους, των παρασίτων και μιας μεγάλης ποικιλίας πρακτικών διαχείρισης.

Έτσι, το όνομά του άλλαξε σε Environmental Policy Integrated Climate για να αντικατοπτρίζει τις ευρύτερες δυνατότητές του (BREC, 2014). Το EPIC περιλαμβάνει τώρα έναν μεγάλο αριθμό στοιχείων που του επιτρέπουν να προβλέπει τις ιδιότητες και τις διεργασίες του εδάφους, τις υδρολογικές διεργασίες, τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών και φυτοφαρμάκων, τις αποδόσεις των καλλιεργειών για περισσότερα από 100 είδη καλλιέργειας και την αγροτική οικονομία, μεταξύ άλλων. Κάθε προσομοίωση πραγματοποιείται σε ένα πεδίο έως 1000 στρέμματα σε έκταση που είναι εσωτερικά ομοιογενής όσον αφορά τον καιρό, το έδαφος, την όψη και την κλίση, το σύστημα καλλιέργειας και τη διαχείριση (BREC, 2014). Επομένως, ένας περιορισμός του EPIC είναι ότι δεν μπορεί να προσομοιώσει γεωργικές εργασίες που αποτελούνται από διαφορετικούς τομείς.

Το 1993, αναπτύχθηκε το μοντέλο Γεωργικής Περιβαλλοντικής Πολιτικής / eXtender ή APEX για την αντιμετώπιση αυτής της ανάγκης. Το APEX δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας τα στοιχεία πεδίου του EPIC, στο οποίο προστέθηκε η προσομοίωση της κίνησης νερού, ιζημάτων, θρεπτικών ουσιών και φυτοφαρμάκων μεταξύ των διαφόρων πεδίων. Έτσι, το APEX είναι σε θέση να προσομοιώνει αγροκτήματα ή μικρές λεκάνες απορροής που αποτελούνται από περισσότερα από ένα ομοιογενή χωράφια, που ονομάζονται «υποπεριοχές» (Williams et al., 2012)

Τόσο το EPIC όσο και το APEX είναι μοντέλα διεργασιών που λειτουργούν σε καθημερινή βάση. Κάθε μέρα το πρόγραμμα προσομοιώνει την ανάπτυξη των καλλιεργειών υπολογίζοντας πρώτα την πιθανή αύξηση της βιομάζας με βάση την παρεμποδισμένη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία, η οποία εξαρτάται από την ηλιακή ακτινοβολία και την αποδοτικότητα χρήσης ακτινοβολίας, η οποία εξαρτάται από το CO<sub>2</sub> συγκέντρωση (Williams et al., 2012).

Στη συνέχεια, το μοντέλο μειώνει την πιθανή ανάπτυξη χρησιμοποιώντας την πιο σοβαρή καταπόνηση εκείνη την ημέρα, προσδιοριζόμενη με τον υπολογισμό ενός παράγοντα (που κυμαίνεται από 0 έως 1) για καθεμία από τις πέντε τάσεις:

- υδατικό στρες
- ανεπαρκής αερισμός
- έλλειψη θρεπτικών συστατικών (άζωτο, φώσφορος και κάλιο)
- υψηλή θερμοκρασία
- παρουσία αλάτων (Williams et al., 2012).

Στη συνέχεια, το μοντέλο αποκτά την πραγματική αύξηση της βιομάζας πολλαπλασιάζοντας την πιθανή αύξηση με τον χαμηλότερο παράγοντα άγχους (Williams et al., 2012).

Το EPIC έχει δοκιμαστεί εκτενώς για την ικανότητά του να προσομοιώνει με ακρίβεια τις αποδόσεις των καλλιεργειών υπό μια ευρεία ποικιλία συνθηκών σε πολλές χώρες. Έχει επικυρωθεί για τις αποδόσεις πολλών καλλιεργειών - όπως καλαμπόκι, σόγια, σιτάρι, ρύζι, κριθάρι και σόργο - σε πολλές περιοχές της Βόρειας Αμερικής, καθώς και στη Νότια Αμερική, την Ευρώπη και την Ασία. Ωστόσο, η επιτυχής προσομοίωση μερικές φορές απαιτεί προσαρμογή των παραμέτρων του μοντέλου (Gassman et al. 2005).

### **3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ**

Έχουν δημοσιευτεί πολλές μελέτες σχετικά με την κλιματική αλλαγή στην περιοχή της Μεσογείου που ασχολούνται με τις μεταβολές της μέσης θερμοκρασίας, τη μεταβλητότητα του κλίματος, την εποχικότητα των κλιματικών φαινομένων και τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Από αυτές τις μελέτες και από ωκεανογραφική άποψη, προκύπτει το συμπέρασμα πως το μεσογειακό κλίμα κατά τον 21ο αιώνα θα είναι πιο θερμό αλλά και πιο ξηρό. Αυτή η αλλαγή του μεσογειακού κλίματος θα επιφέρει αναπόφευκτα μεταβολές στη θάλασσα της Μεσογείου.

Είναι πολύ πιθανό, πως η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει την αλμυρότητα του νερού, την πυκνότητα του νερού αλλά και τη θερμοκρασία των επιφανειακών στρωμάτων της θάλασσας. Ο αντίκτυπος της υπερθέρμανσης του πλανήτη στους υδάτινους πόρους στην περιοχή της Μεσογείου είναι μια από τις κύριες ανησυχίες για την επιστημονική κοινότητα, αφού η λεκάνη της Μεσογείου αποτελεί μια κομβικής σημασίας τοποθεσία για την κλιματική αλλαγή λόγω της ευπάθειας της αλλά και λόγω της ζωτικής της σημασίας για το σύνολο των μεσογειακών χωρών.

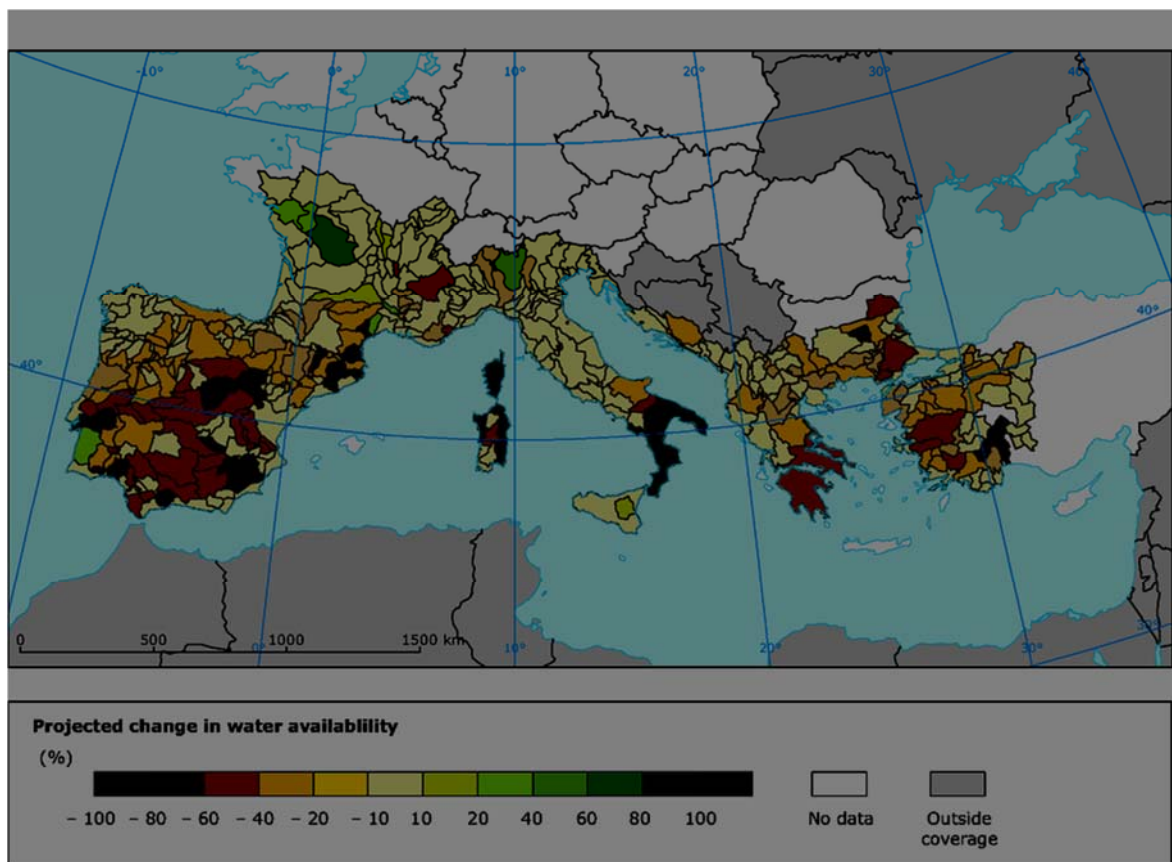
Τα υφιστάμενα κλιματικά μοντέλα δείχνουν αύξηση της μέσης θερμοκρασίας τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και στην περιοχή της Μεσογείου. Αυτή η αλλαγή αναμένεται να προκαλέσει αλλαγές στις επιφανειακές ροές της Μεσογείου. Η Μεσόγειος Θάλασσα, λόγω της ημίκλειστης λεκάνης της, πρέπει να έχει για μεγάλα χρονικά διαστήματα, μια ισορροπία μεταξύ της ροής θερμότητας επιφανείας και της μεταφοράς θερμότητας μέσω του στενού του Γιβραλτάρ (πάντα με την προϋπόθεση ότι η μεσογειακή θερμική περιεκτικότητα δεν ποικίλλει σημαντικά υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής).

Οι κλιματολογικές προβλέψεις για την περιοχή της Μεσογείου υποδηλώνουν σημαντικές αλλαγές στην ατμοσφαιρική πίεση της στάθμης της θάλασσας (sea level atmospheric pressure ή SLP) και τους επιφανειακούς ανέμους κατά τον 21ο αιώνα. Αυτές οι αλλαγές, θα έχουν άμεσο αντίκτυπο τόσο στα κύματα του ανέμου όσο και στην αύξηση της συχνότητας αλλά και της έντασης των καταιγίδων στη Μεσόγειο Θάλασσα. Τα κύματα δημιουργούνται από τους ανέμους και η ανάπτυξή τους εξαρτάται από την ένταση του ανέμου. Οι καταιγίδες είναι η απόκριση της στάθμης της θάλασσας στην κοινή δράση του SLP και της έντασης του ανέμου. Υπό σταθερές συνθήκες, το χαμηλό SLP προκαλεί αύξηση της στάθμης της θάλασσας (το λεγόμενο αντίστροφο βαρομετρικό αποτέλεσμα). Επιπλέον, η πίεση από την ένταση του ανέμου μπορεί να ωθήσει το νερό στην ακτή, προκαλώντας τοπική αύξηση της στάθμης της θάλασσας. Σε κάθε περίπτωση, η εγκυρότητα των προβλέψεων των κλιματικών μοντέλων εξαρτάται από την ικανότητα των μοντέλων να αναπαράγουν το κλίμα του παρελθόντος καθώς και το κλίμα του παρόντος. Η παραγωγή τροφίμων στη λεκάνη της Μεσογείου, τόσο από την ξηρά όσο και από τη θάλασσα, επηρεάζεται από την κλιματική αλλαγή, από τη συχνή εμφάνιση ακραίων φαινομένων, από την υποβάθμιση της γης, από την υπεραλίευση, από την αύξηση της οξύτητας των ωκεανών και από την αύξηση της αλμυρότητας (αλατώση) των παράκτιων εδαφών. Δεν υπάρχει αμφιβολία πως τα ακραία κλιματικά φαινόμενα αποτελούν απειλή για ολόκληρο τον γεωργικό τομέα. Τα ακραία φαινόμενα, όπως οι καύσωνες, η ξηρασία αλλά και οι πλημμύρες, μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα στην απόδοση των καλλιεργειών, να μειώσουν την ποιότητα των καλλιεργειών και να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στα ζώα.

Οι κλιματολογικές προβλέψεις δείχνουν μείωση της διαθεσιμότητας νερού και εντατικοποίηση των ακραίων φαινομένων στην περιοχή της Μεσογείου. Οι διαπιστώσεις αυτές των κλιματολογικών προβλέψεων συνιστούν υψηλό κίνδυνο για τον γεωργικό τομέα. Σε πάρα πολλές χώρες της Μεσογείου αναμένεται κατά τις επόμενες δεκαετίες να υπάρξει μείωση των καλλιεργειών και κατ' επέκταση της συνολικής παραγωγής. Για

πολλές περιοχές της Μεσογείου, δεν θα υπάρχει επαρκές νερό για άρδευση και συνεπώς η καλλιέργεια των καλλιεργειών που απαιτούν νερό (όπως ο αραβόσιτος και τα λαχανικά) δεν θα μπορεί να καταστεί δυνατή. Η κατάσταση είναι πολύ πιθανό να επιδεινωθεί περαιτέρω από αναδυόμενα παράσιτα και παθογόνα, αλλά και από τις διαταραχές στις παγκόσμιες αγορές τροφίμων λόγω της περιβαλλοντικής κρίσης που αναπόφευκτα θα επιφέρει η κλιματική αλλαγή.

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα επηρεάσει επίσης αρνητικά τον γεωργικό τομέα. Μία από τις πιο άμεσες επιπτώσεις στις γεωργικές περιοχές είναι η αυξανόμενη αλατότητα του εδάφους, η οποία θα μπορούσε να τριπλασιαστεί μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα. Όσον αφορά πρακτικά τις καλλιέργειες η παραγωγή ρυζιού στην Αίγυπτο και την Ισπανία θα επηρεαστεί περισσότερο για παράδειγμα. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τους θαλάσσιους πόρους τις επόμενες δεκαετίες. Οι θερμότερες θερμοκρασίες, η οξίνιση και η ρύπανση των υδάτων πιθανότατα θα μειώσουν την παραγωγικότητα του θαλάσσιου οικοσυστήματος, ενώ υπολογίζεται ότι τα επόμενα τριάντα χρόνια δηλαδή μέχρι και το 2050 άνω του 20% των εκμεταλλεζόμενων ψαριών και θαλάσσιων ασπόνδυλων θα έχει εξαφανιστεί.



Σχήμα 14. Πρόβλεψη για την διαθεσιμότητα του αρδεύσιμου νερού στη λεκάνη της Μεσογείου (Πηγή : Leaver, 2018 )

Στο γεωργικό τομέα λοιπόν, υπάρχουν μεγάλες δυνατότητες προσαρμογής που συνίστανται κυρίως στην αλλαγή των γεωργικών πρακτικών και εφαρμογή πιο βιώσιμων μεθόδων, συμπεριλαμβανομένων και πιο αγροοικολογικών στρατηγικών. Οι επιτυχημένες στρατηγικές για αιεφόρο ανάπτυξη και ενισχυμένη ανθεκτικότητα στις περιβαλλοντικές αλλαγές βασίζονται στο συνδυασμό διαφορετικών προσεγγίσεων όπως :

- Μειωμένη καλλιέργεια
- Καλλιέργεια προσαρμοστικών ποικιλιών
- Εναλλακτικά πρότυπα καλλιέργειας

Η αιεφόρος εντατικοποίηση των γεωργικών συστημάτων προσφέρει επιλογές μείωσης των αερίων θερμοκηπίου με βελτιωμένη διαχείριση των υδάτινων πόρων, υψηλότερη αποθήκευση οργανικού άνθρακα στο έδαφος και δέσμευση άνθρακα τόσο σε ετήσια όσο και σε πολυετή συστήματα καλλιέργειας.

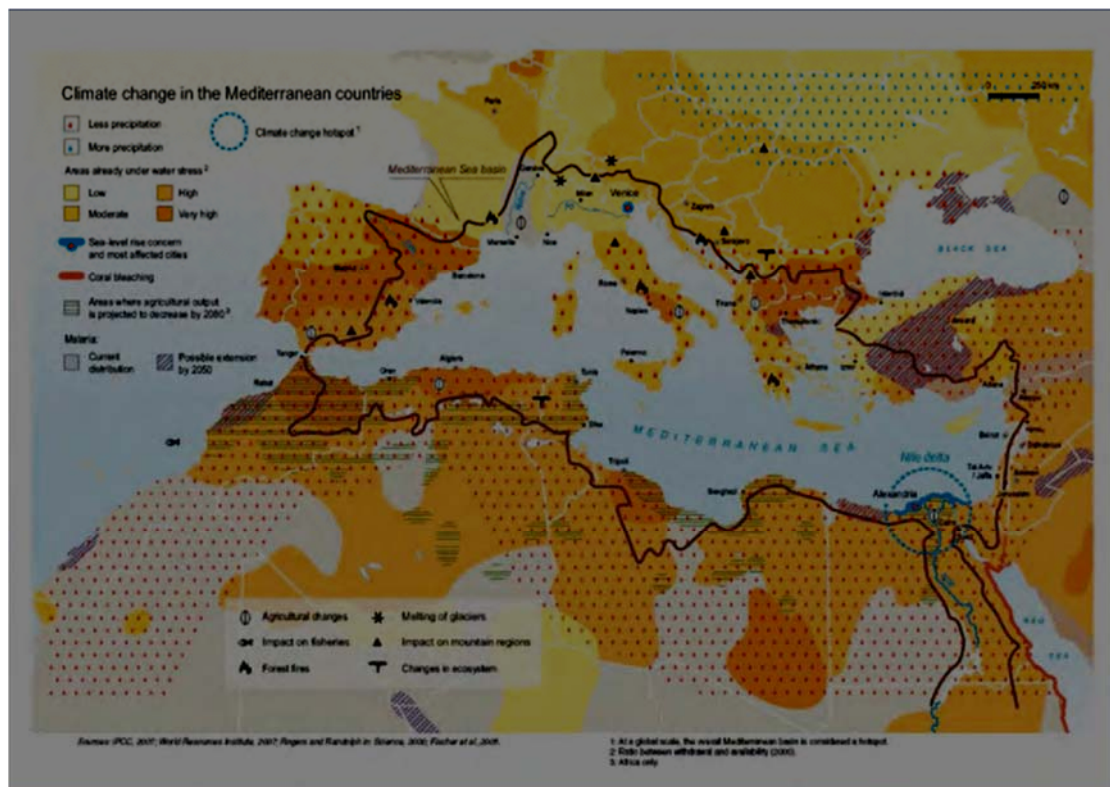
Τα ακραία καιρικά και κλιματικά γεγονότα (όπως πλημμύρες, περιόδους ξηρασίας, καταιγίδες και καύσωνες) αποτελούν απειλή για τη γεωργική παραγωγή. Οι επιπτώσεις της θερμικής καταπόνησης που συμβαίνουν σε κρίσιμες περιόδους μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές απώλειες απόδοσης και μείωση της ποιότητας της εκάστοτε καλλιέργειας. Ολόκληρος ο γεωργικός τομέας στην περιοχή της Μεσογείου επηρεάζεται επίσης πολύ από τις περιόδους ξηρασίας. Η σοβαρή ξηρασία μπορεί επίσης να τροποποιήσει το αγροτικό τοπίο, εμποδίζοντας την υιοθέτηση νέων καλλιεργειών και τελικά αναγκάζει τους αγρότες να μεταναστεύσουν σε άλλες πιο εύφορες πειοχές. Η Μεσόγειος είναι επίσης μια περιοχή με υψηλό κίνδυνο πυρκαγιών, όπου οι πυρκαγιές προκαλούν σοβαρές γεωργικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές απώλειες, ακόμη και ανθρώπινα θύματα.

Οι κλιματολογικές προβλέψεις δείχνουν σημαντική υπερθέρμανση και λειψυδρία στη λεκάνη της Μεσογείου. Επομένως, αναμένονται σοβαρές επιπτώσεις στον γεωργικό τομέα . Αυτές οι επιπτώσεις περιλαμβάνουν αλλαγές στη φαινολογία και τον κύκλο ανάπτυξης πολλών καλλιεργειών σε συνδυασμό με υψηλότερες απαιτήσεις σε νερό λόγω της αυξημένης εξατμισοδιαπνοής. Κατά συνέπεια, οι πιθανές αποδόσεις των καλλιεργειών και των αποδόσεων αναμένεται να μειωθούν σε πολλές πειοχές λόγω κλιματολογικών και άλλων παραγόντων . Πολλές πειοχές της Μεσογείου ενδέχεται να χάσουν εντελώς την καταλληλόλητά τους για καλλιέργεια συγκεκριμένων καλλιεργειών.

Η εκτίμηση του τρόπου με τον οποίο η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει τις καλλιέργειες είναι απαραίτητη για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, τους σχεδιαστές, τους αγρότες και όλους τους άλλους παράγοντες του γεωργικού τομέα για να αναπτύξουν, να προτείνουν

και να εφαρμόσουν στρατηγικές προσαρμογής και μετριασμού σε τοπική / περιφερειακή κλίμακα έτσι ώστε να κάνουν τη γεωργία πιο ανθεκτική σε αλλαγές.

Για παράδειγμα, η μελλοντική διαθεσιμότητα νερού και οι απαιτήσεις σε νερό θέτουν υπό αμφισβήτηση το τρέχον μοντέλο διαχείρισης, οπότε πρέπει να αναπτυχθούν αναγκαστικά οι επιλογές προσαρμογής. Η προβλεπόμενη λειψυδρία και αύξηση της ξηρασίας θα περιορίσει τις δράσεις προσαρμογής βάσει της άρδευσης. Κάτω από ορισμένα σενάρια που συνδυάζουν την κλιματική αλλαγή και την αύξηση του πληθυσμού, οι μισές από τις χώρες της Μεσογείου (κυρίως στις νότιες και ανατολικές ακτές) αναμένεται να μην μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες άρδευσης μέχρι το τέλος του αιώνα που διανύουμε.



Σχήμα 15. Η κλιματική αλλαγή στις Μεσογειακές χώρες (MEDSEC,2009)

### 3.1 Καλλιέργεια και ποιότητα

Στα προβλεπόμενα σενάρια της κλιματικής αλλαγής, οι κίνδυνοι για τον τομέα της ελαιοκαλλιέργειας θα αυξηθούν, ιδίως υπό συνθήκες βροχοπτώσεων, οι οποίες ενδέχεται να θέσουν σε κίνδυνο την οικονομική βιωσιμότητά του. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην εγκατάλειψη παραδοσιακών ελαιώνων, με καταστροφικές κοινωνικοοικονομικές (π.χ. μείωση εισοδήματος και απασχόλησης σε περιθωριακές περιοχές) και περιβαλλοντικές (π.χ. διάβρωση του εδάφους, αυξημένος κίνδυνος πυρκαγιών, αλλαγές στις κοινότητες άγριας ζωής) συνέπειες.

Πρόσφατες μελέτες που εφαρμόστηκαν σε ελαιόδεντρα έχουν δείξει ότι αυτή η καλλιέργεια μπορεί να επηρεαστεί έντονα από την κλιματική αλλαγή (ιδιαίτερα κάτω από τα μεσογειακά είδη κλίματος). Για παράδειγμα, οι αυξανόμενες θερμοκρασίες μπορεί να έχουν ισχυρές επιπτώσεις σε αυτήν την καλλιέργεια, προωθώντας σε μεταγενέστερο στάδιο τους φαινολογικούς χρόνους, ιδιαίτερα την ανθοφορία.

Οι Fraga et al. (2019) στο έργο τους επισημαίνουν μια ισχυρή αλλαγή στις θερμικές συνθήκες για τα ελαιόδεντρα στην Ευρώπη μέχρι το τέλος αυτού του αιώνα. Άλλες μελέτες προτείνουν μια σταδιακή μετατόπιση των σημερινών περιοχών καλλιέργειας ελιάς τις προσεχείς δεκαετίες, λόγω της αυξημένης καταλληλότητας σε υψηλότερα επίπεδα. Ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει η εργασία των Ponti et al. (2014), οι οποίοι χρησιμοποιώντας ένα μελλοντικό κλιματικό πλάνο και ένα μόνο μοντέλο για το κλίμα, προέβλεπε υψηλές οικονομικές απώλειες για μικρές ελαιοκαλλιέργειες στην Ιταλία και την Ελλάδα.

Σημαντική εργασία όσον αφορά τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην ελαιοκομία είναι αυτή των Fraga et al., (2019) με τα αποτελέσματά τους να δείχνουν μια γενική αύξηση της διάρκειας της πιθανής καλλιεργητικής περιόδου λόγω της αύξησης των θερμοκρασιών. Καθώς η συσσώρευση θερμότητας είναι γενικά υψηλότερη, η φυσιολογική δραστηριότητα μπορεί να συμβεί νωρίτερα. Αν και οι υπερβολικά υψηλότερες θερμοκρασίες κατά την καλλιεργητική περίοδο μπορεί να έχουν θετικές επιπτώσεις, άλλοι παράγοντες, όπως ακραίες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του θερμότερου μέρους του έτους, μπορεί να αντισταθμίσουν αυτό το θετικό αποτέλεσμα. Αυτές οι επιπτώσεις εντείνονται επίσης από την ήδη αναφερθείσα πρόοδο στην ανθοφορία της ελιάς η οποία μπορεί να φέρει πρόσθετες απειλές στον τομέα, όπως ο κίνδυνος παρασίτων και ασθενειών.

Τα αποτελέσματά αυτά ακόμη δείχνουν ότι η παραγωγικότητα της ελιάς στη Νότια Ευρώπη πιθανότατα θα μειωθεί στις δυτικές περιοχές, ιδίως στην Ιβηρική Χερσόνησο αλλά θεωρούν ότι θα ωφελήσει τις χώρες που βρίσκονται πιο ανατολικά, όπως η Ελλάδα, , αποτελέσματα όμως που δεν είναι σύμφωνα με τους Tanasijevic et al. (2014), οι οποίοι προτείνουν μείωση της καταλληλότητας μελλοντικής καλλιέργειας ελιάς στην Ιταλία και την Ελλάδα. Η έρευνα όμως των Tanasijevic et al. βασίζεται σε παλαιότερα πλάνα κλιματικής αλλαγής.

Η ερημοποίηση είναι ένας από τους σημαντικότερους κινδύνους που απειλούν τις άνυδρες και ημι-άνυδρες περιοχές και θεωρείται ως ένα από τα σημαντικότερα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα του 21ου αιώνα. Διάφοροι ορισμοί της ερημοποίησης έχουν δοθεί τις τελευταίες δεκαετίες από διάφορους συγγραφείς. Ο πιο γνωστός ορισμός δόθηκε

από τη Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών και σύμφωνα με αυτό, η ερημοποίηση είναι η *«υποβάθμιση της γης που συμβαίνει κυρίως σε άνδρες, ημι-άνδρες και ξηρές υπο-υγρές περιοχές»* και η υποβάθμιση της γης είναι η *«μείωση ή απώλεια της βιολογικής ή οικονομικής παραγωγικής ικανότητας της γης που προκαλείται από ανθρώπινες δραστηριότητες και συχνά μεγεθύνεται από τις επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος »* (UNCCD, 1994).

Ο κίνδυνος ερημοποίησης σε συνδυασμό με τις αναμενόμενες αλλαγές στο κλίμα αποτελεί σημαντική απειλή σε πολλές περιοχές της περιοχής της Μεσογείου. Η ερημοποίηση είναι μια διαδικασία που μπορεί να επηρεάσει το οικοσύστημα μιας περιοχής και μπορεί επίσης να επηρεάσει την ποσότητα και την ποιότητα των υδάτινων πόρων και να μειώσει τη γεωργική παραγωγικότητα.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι το νησί της Κρήτης έχει χαρακτηριστεί ως μία από τις σημαντικότερες περιοχές που είναι επιρρεπείς στην ξηρασία στη μεσογειακή ζώνη (Kourgiyalas et al. 2019), είναι ανάγκη να διερευνηθεί κατά πόσο η διάβρωση λόγω του νερού και η οργανική ύλη του εδάφους θα είναι επικίνδυνη για τα ελαιόδεντρα. Η οργανική ύλη επηρεάζει τόσο τις χημικές όσο και τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους (δομή εδάφους, ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, ποικιλομορφία και δραστηριότητα των εδαφικών οργανισμών και διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών). Επηρεάζει επίσης τις επιπτώσεις των χημικών τροποποιήσεων, λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και ζιζανιοκτόνων. Οπότε αναμένεται τα επόμενα χρόνια το νησί της Κρήτης να αντιμετωπίσει μεγάλο πρόβλημα με τους ελαιώνες του.

Ένα από τα κύρια μέτρα προσαρμογής σε μελλοντικά ξηρότερα κλίματα σε αυτούς τους τομείς είναι η βελτίωση της αποτελεσματικότητας της χρήσης νερού. Η λειψυδρία και ο ανταγωνισμός θα είναι ένα από τα κύρια προβλήματα σε αυτές τις περιοχές στο μέλλον και θα πρέπει να προγραμματιστούν και να εφαρμοστούν έξυπνες αρδευτικές στρατηγικές. Αυτές οι πρακτικές έχουν ήδη υιοθετηθεί, συνοδευόμενη από την εφαρμογή συστημάτων εντατικής φυτείας αντί για παραδοσιακούς ελαιώνες. Για παράδειγμα, έξυπνα συστήματα άρδευσης έχουν ήδη εγκατασταθεί σε πολλούς ελαιώνες στη νότια Ισπανία (Tanasijevic et al., 2014).

Το γεγονός αυτό δείχνει μια αυξανόμενη ανησυχία για τη μελλοντική βιωσιμότητα του τομέα, καθώς και την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση σχετικά με τις πιθανές απειλές. Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η επαρκής παροχή νερού, καθώς σε αυτές τις περιοχές αυτός ο σημαντικός πόρος είναι λιγοστός, ιδιαίτερα λόγω των παρατεταμένων περιόδων χαμηλής διαθεσιμότητας νερού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του ισχυρού



ανταγωνισμού νερού, από άλλες καλλιέργειες, από την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας και από την ανθρώπινη κατανάλωση (π.χ. οικιακή χρήση και τουρισμός).

Από την άλλη πλευρά, ο άνθρακας που αποσπάται από τους ελαιώνες (βιομάζα και έδαφος) θα μπορούσε να ξεπεράσει τις εκπομπές που δημιουργούνται από τις γεωργικές εργασίες και την παραγωγή πετρελαίου, με την τιμή αποτυπώματος άνθρακα (υπολογιζόμενη για την παραγωγή και πώληση ελαιολάδου) να είναι πολύ χαμηλή ή ακόμη και αρνητική. Αυτό το αποτέλεσμα έχει παγκόσμια σημασία στο ότι οι ελαιώνες ενδέχεται να έχουν σημαντικούς παράγοντες μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub> και να μετριάσουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που προκαλούνται από γεωργικές δραστηριότητες .

Επομένως, είναι σημαντικό να δράσουμε για να είναι αυτή η καλλιέργεια πιο βιώσιμη, παραγωγική και ανθεκτική υπό σοβαρές αντίξοες συνθήκες, οι οποίες ενδέχεται να επιδεινωθούν στην περιοχή της Μεσογείου. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα ελαιόδεντρα ανταποκρίνονται στο στρες της ξηρασίας είναι το πρώτο βήμα για τη βελτίωση της κερδοφορίας του, επιτρέποντας την επιλογή πιο ανθεκτικών ποικιλιών και τον εντοπισμό ανεκτικών χαρακτηριστικών χρήσιμων σε προγράμματα αναπαραγωγής και στη γενετική μηχανική, καθώς και στην ανάπτυξη ακριβών στρατηγικών προσαρμογής ανάλογα με τις ανάγκες .

Οι επιπτώσεις των πρόσφατων ακραίων σχετικών με το κλίμα γεγονότων, όπως κύματα καύσωνα, ξηρασίες, πλημμύρες και πυρκαγιές, αποκάλυψαν τη σημαντική ευπάθεια και έκθεση ορισμένων οικοσυστημάτων στην τρέχουσα κλιματική μεταβλητότητα . Ωστόσο, τα προβλεπόμενα σενάρια ενδέχεται να είναι χειρότερα, καθώς οι παγκόσμιες θερμοκρασίες αυξάνονται, και θεωρείται δεδομένη από την επιστημονική κοινότητα η αύξηση της έντασης και της συχνότητας των ακραίων φυσικών γεγονότων.

Λόγω της μοναδικότητας της γεωγραφικής της θέσης - σε μια ζώνη μετάβασης μεταξύ του άνυδρου κλίματος της Βόρειας Αφρικής και του εύκρατου και βροχερού κλίματος της Κεντρικής Ευρώπης - η λεκάνη της Μεσογείου είναι ιδιαίτερα ευάλωτη στην παρούσα και μελλοντική κλιματική μεταβλητότητα και την κλιματική αλλαγή . Σύμφωνα με την πέμπτη έκθεση αξιολόγησης (AR5) της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή , οι προβλέψεις για την περιοχή της Μεσογείου δείχνουν επίσης αύξηση της θερμοκρασίας σε όλες τις εποχές, ειδικά το καλοκαίρι. Η βροχόπτωση δεν προβλέπεται να αλλάξει ή θα μειωθεί μέτρια το χειμερινό εξάμηνο (Οκτώβριος έως Μάρτιος), ενώ θα μειωθεί σημαντικά το θερινό εξάμηνο (Απρίλιος-Σεπτέμβριος). Το μήκος, η συχνότητα και / ή η ένταση των θερμών περιόδων ή των θερμών κυμάτων είναι πολύ πιθανό να αυξηθούν σε ολόκληρη την περιοχή.

Οι επιπτώσεις του καιρού και του κλίματος στη γεωργία γίνονται αισθητές σε διαφορετικά επίπεδα, καθώς οι αλλαγές στην ατμοσφαιρική συγκέντρωση CO<sub>2</sub>, τη διαθεσιμότητα θερμοκρασίας και υδάτινων πόρων, μεταξύ άλλων παραγόντων, επηρεάζουν την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των φυτών, τη δυνατότητα εκτέλεσης γεωργικών εργασιών και τη γεωγραφική κατανομή .

Γενικά, η έλλειψη νερού έχει αρνητική επίδραση στην απόδοση, τη μάζα ξηρού καρπού και τη συσσώρευση ελαίου στον καρπό, ενώ επιταχύνει την ωρίμανση του. Όσον αφορά τη σύνθεση φαινολικών καρπών και ελαιολάδου, ενδέχεται να εμφανιστούν διαφορετικές αποκρίσεις. Ωστόσο, η γενική τάση είναι η παράλληλη αύξηση με την ένταση ξηρασίας. Ωστόσο, από ένα ορισμένο κατώτατο όριο, η αύξηση της ποιότητας, που αποδίδεται από φαινολικές ενώσεις, δεν αντισταθμίζεται από τις απώλειες σε ποσότητα, με την ελλειμματική άρδευση να είναι η καλύτερη επιλογή .

Είναι γεγονός ότι μία ελλειμματική στρατηγική άρδευσης έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στην παραγωγή ποιοτικού εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου, αυξάνοντας το περιεχόμενο των συνολικών φαινολών και της αισθητηριακής ποιότητας . Εν τω μεταξύ, η επίδραση της λειψυδρίας στους ποιοτικούς δείκτες ελαιολάδου και τη σύνθεση λιπαρών οξέων είναι ασυνεπής στη βιβλιογραφία. Γενικά, τα δευτερεύοντα αποτελέσματα της άρδευσης γίνονται αισθητά στην τιμή του υπεροξειδίου, στην ελεύθερη οξύτητα και στους ειδικούς συντελεστές απορρόφησης (K232, K270) (Brito, 2019).

Όσον αφορά το προφίλ λιπαρών οξέων, ενώ σε ορισμένες μελέτες δεν ανιχνεύθηκε σημαντική επίδραση , σε άλλες μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία, η καλλιεργητική περίοδος καθόρισε ιδιαίτερα τις συγκεντρώσεις αυτών των ενώσεων καθιστώντας δύσκολη τη δημιουργία ενός προτύπου. Αν και δεν υπάρχει άμεση επίδραση από έλλειμμα νερού, η σοβαρότητα και η συχνότητα των παγετών μπορεί να είναι υψηλότερη με μειωμένη υγρασία εδάφους και αέρα. Αυτό μπορεί να είναι ένα κρίσιμο γεγονός για την ποιότητα της ελιάς, καθώς οι συγκομιδές συμβαίνουν συνήθως την εποχή των πρώιμων παγετών. Ορισμένες μελέτες έχουν ήδη αναφέρει ότι οι παγετοί βλάπτουν τους καρπούς της ελιάς και, κατά συνέπεια, την ποιότητα του εκχυλισμένου ελαιολάδου, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης των χρωστικών και των συγκεντρώσεων φαινολικών ενώσεων .

Η ανθοφορία της ελιάς είναι πιθανό να επιταχυνθεί ενώ η εμφάνιση της ταξιανθίας να καθυστερήσει. Αυτές οι αλλαγές στον αναπαραγωγικό κύκλο της ελιάς, θα έχουν επακόλουθες συνέπειες στην απελευθέρωση της γύρης (αλλεργικός πληθυσμός) και σε αγρονομικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την παραγωγή καρπών. Παράλληλα, αυτά τα

παράσιτα και τα παθογόνα που τρέφονται με άνθη και καρπούς θα επηρεαστούν από αυτές τις φαινολογικές αλλαγές .

Οι απαιτήσεις εξατμισοδιαπνοής και άρδευσης της ελιάς προβλέπεται να αυξηθούν. Παράλληλα, η αποτελεσματική εξατμισοδιαπνοή των ελιών με βροχή θα μπορούσε να μειωθεί στις περισσότερες περιοχές λόγω της αναμενόμενης μείωσης της βροχόπτωσης και της αύξησης της εξατμοδιαπνευστικής ζήτησης, καθιστώντας έτσι αδύνατη τη διατήρηση της παραγωγής ελιών που βρέχεται όπως είναι σήμερα (Tanasijevic et al., 2014).

### **3.2 Αποδόσεις**

Τα φυτά ανταποκρίνονται στην προσαρμογή και την επιβίωση υπό περιορισμένη παροχή υγρασίας προκαλώντας διαφορετικές στρατηγικές, οι οποίες μπορούν να χωριστούν σε τρεις διαφορετικούς μηχανισμούς: διαφυγή ξηρασίας, η οποία περιλαμβάνει έναν συντομευμένο κύκλο ζωής ή μια εποχή καλλιέργειας, επιτρέποντας στα φυτά να αναπαραχθούν πριν το περιβάλλον «ξεραθεί». Η αποφυγή ξηρασίας, η οποία περιλαμβάνει την υιοθέτηση μηχανισμών που μειώνουν την απώλεια νερού από τα φυτά και η ανοχή στην ξηρασία, η οποία ορίζεται ως η ικανότητα καλλιέργειας, ανθοφορίας και εμφάνισης οικονομικής απόδοσης υπό ανεπαρκή παροχή νερού .

Η ικανότητα της ελιάς να αναπτυχθεί υπό σκληρές συνθήκες οφείλεται στην ανάπτυξη ορισμένων μορφολογικών, ανατομικών, φυσιολογικών και βιοχημικών αποκρίσεων , που επωφελούνται από τα φαινόμενα μνήμης που προκαλούνται από την προ-έκθεση στο υδατικό στρες. Ωστόσο, αυτοί οι μηχανισμοί ενεργοποιούνται με σημαντικό κόστος για το φυτό από την άποψη της ενέργειας, η οποία προκαλεί μείωση της παραγωγής της τρέχουσας σεζόν και θέτει σε κίνδυνο την ανάπτυξη της βλάστησης, επηρεάζοντας την παραγωγή του επόμενου έτους.

Οι ελιές μπορούν να επιβραδύνουν την έναρξη της υδατικής καταπόνησης με την ικανότητα να εξάγουν νερό από το έδαφος και να περιορίζουν τις απώλειες νερού στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, η ανοχή είναι η απόλυτη στρατηγική για την αποφυγή της ξηρασίας, που επιδεικνύεται από την ικανότητα διατήρησης ενός μεγάλου εσωτερικού ελλείμματος νερού και διατήρησης επαρκούς μεταβολικής δραστηριότητας για επιβίωση (Brito, 2019).

Ωστόσο, η προσαρμοστικότητα στην ξηρασία ενσωματώνεται πολύ περισσότερο από την έννοια της αντίστασης στην ξηρασία και η ικανότητα ανάκτησης παίζει επίσης

θεμελιώδη ρόλο στην ανάπτυξη και την επιβίωση των φυτών. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία στα οικοσυστήματα μεσογειακού τύπου, όπου τα φυτά εκτίθενται συνεχώς σε επαναλαμβανόμενους κύκλους επανυδάτωσης ξηρασίας κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Ωστόσο, σε σύγκριση με την ανάπτυξη κατά την ξηρασία, η μελέτη της ανάκαμψης έχει παραμεληθεί. Αν και η ξηρασία θεωρείται ο πρωταρχικός στρεσογόνος παράγοντας, άλλοι όπως η θερμότητα και η υψηλή ηλιακή ακτινοβολία, ειδικά σε συνδυασμό μεταξύ τους, επηρεάζουν επίσης τις λειτουργίες των φυτών και, συνεπώς, υιοθετούνται διαφορετικοί προσαρμοστικοί μηχανισμοί από τα φυτά.

### 3.3 Παθογόνα

Είναι σαφές ότι το κλίμα επηρεάζει τόσο τη χωρική όσο και τη χρονική κατανομή, καθώς και την αναπαραγωγή και τη διάδοση φυτικών παρασίτων και παθογόνων, καθώς η θερμοκρασία, το φως και το νερό είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη και την ανάπτυξή τους. Κατά συνέπεια, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει τη συχνότητα εμφάνισης και σοβαρότητας των μολυσματικών ασθενειών και των επιθέσεων παρασίτων στην ελιά.

Ωστόσο, είναι δύσκολο να προβλεφθούν τέτοιες συνέπειες, καθώς είναι τα αποτελέσματα πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ του εκάστοτε παθογόνου ή επιβλαβούς οργανισμού, του γονότυπου της ελιάς και του συγκεκριμένου περιβάλλοντος (κλίμα, αγρονομικές πρακτικές κ.λπ.). Έτσι, ο βιολογικός κύκλος (επιβίωση, αναπαραγωγή, διασπορά, μόλυνση) ενός δεδομένου παθογόνου ή επιβλαβούς οργανισμού και οι ειδικές σχέσεις τους με τον ξενιστή μπορούν να επηρεαστούν με πολύ διαφορετικούς τρόπους και δεν μπορούν να γενικευτούν (Landa, 2019).

Η υπερβολικά υγρή ατμόσφαιρα, καθώς και οι επαναλαμβανόμενες βροχές, ευνοούν τις επιδημίες και τον επιπολασμό των μυκητιασικών και βακτηριακών ασθενειών των ελαιόδεντρων και των φύλλων. Ηπιότεροι χειμώνες, υψηλότερες νυκτερινές ή συνολικές θερμοκρασίες μπορεί να αυξήσουν τους πληθυσμούς ορισμένων παθογόνων και παρασίτων στην ελιά ή να ευνοήσουν την σπορά ορισμένων παθογόνων. Οι έντονες βροχοπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν υδατικό κορεσμό του εδάφους και θα αυξήσουν τα μακροπρόθεσμα προβλήματα της σηψιριζιών που προκαλούνται από πολλά παθογόνα που μεταδίδονται στο έδαφος. Αντίθετα, οι ξηρές και θερμές συνθήκες μπορούν να ευνοήσουν έναν μεγαλύτερο αριθμό γενεών εντόμων ή να ευνοήσουν την ανάπτυξη και την εξάπλωση των εντόμων φορέων αυξάνοντας τις επιδημίες των μεταδόσεων εντόμων.

Τα παράσιτα της ελιάς, όπως ο δάκος και οι αλληλεπιδράσεις του με την ελιά θα επηρεαστούν από την κλιματική αλλαγή. Έτσι, εκτιμήθηκε ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου θα επηρεάσει την απόδοση της ελιάς και τα επίπεδα προσβολής από τη λεκάνη της Μεσογείου, με αποτέλεσμα νικητές και ηττημένους σε τοπικό και περιφερειακό οικονομικό επίπεδο. Σε τοπική κλίμακα, η κερδοφορία των μικρών ελαιώνων σε πολλές περιθωριακές περιοχές της Ευρώπης θα μειωθεί, οδηγώντας σε αύξηση της εγκατάλειψης της καλλιέργειας. Αυτές οι οριακές εκμεταλλεύσεις είναι κρίσιμες για τη διατήρηση του εδάφους και της βιοποικιλότητας, καθώς και για τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς σε αυτές τις περιοχές (Ponti et al., 2014).

Αύξηση μολύνσεων από *Colletothricum* spp. σε πολλούς ελαιώνες της νότιας Ιταλίας έχουν αποδοθεί εν μέρει στην υπερθέρμανση του κλίματος. Οι ισχυρές βροχοπτώσεις στο στάδιο της ανθοφορίας και οι θερμές θερμοκρασίες το φθινόπωρο αυξάνουν τον αριθμό των λανθάνουσών και δευτερογενών κύκλων μόλυνσης και μειώνουν την περίοδο επώασης .

Μεγάλη επιδημιολογική ανησυχία είναι ο επιπολασμός και η εξάπλωση του εξαιρετικά μολυσματικού παθοτύπου του *V. dahliae* που έχει βέλτιστες θερμοκρασίες υψηλότερες από τον λιγότερο μολυσματικό παθότυπο. Ωστόσο, δεδομένου ότι η σοβαρότητα της ασθένειας του *Verticillium* εννοείται από τις μέτριες θερμοκρασίες του αέρα κατά την άνοιξη, και τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού , θα μπορούσε να υποτεθεί ότι η συχνότητα εμφάνισης του *V. dahliae* θα μπορούσε να είναι υψηλότερη στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη που σήμερα 2014.

Τέλος, ένας σημαντικός περιορισμός για την εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στους εντομολογικούς εχθρούς και τις ασθένειες των ελιών είναι η αβεβαιότητα στην πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο οι τεχνολογικές και οικονομικές δυνάμεις θα διαμορφώσουν την ελαιοκαλλιέργεια στο μέλλον. Ανεξάρτητα από την κλιματική αλλαγή, η διαχείριση των ασθενειών της ελιάς πρέπει να αντιμετωπίσει νέες προκλήσεις ως συνέπεια των αλλαγών στα συστήματα παραγωγής. Σε τοπική κλίμακα, τα συστήματα ελαιοκαλλιέργειας μπορεί να έχουν μεγαλύτερο αντίκτυπο από την κλιματική αλλαγή στην επίπτωση και τη σοβαρότητα των παρασίτων και των ασθενειών (Landa, 2019).

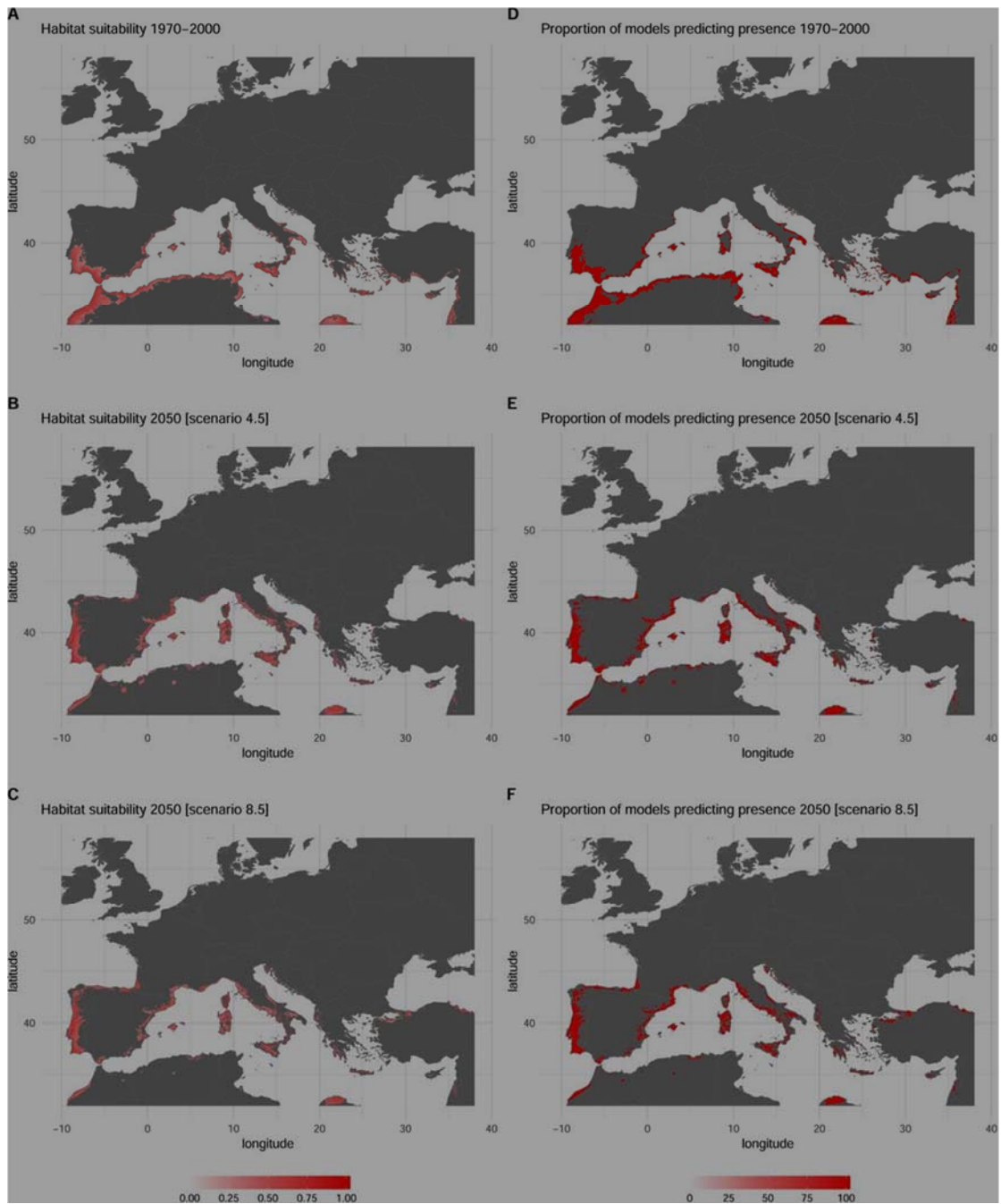
Η επιτυχής προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή μπορεί να συνεπάγεται σημαντικές αλλαγές στα τρέχοντα γεωργικά συστήματα, μερικά από τα οποία μπορεί να είναι δαπανηρά και οικονομικά προσιτά, ειδικά για την παραδοσιακή ελαιοκαλλιέργεια. Η άρδευση, η γονιμοποίηση, το κλάδεμα, η διαχείριση του εδάφους και η ποικιλία και η

πυκνότητα των φυτών είναι πρακτικές που μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις τόσο στο φάσμα όσο και στη σχετική σημασία των εντόμων και των ασθενειών που επηρεάζουν τις ελιές στο εγγύς μέλλον και μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως στρατηγικές προσαρμογής για την αντιμετώπιση ορισμένων επιπτώσεων λόγω της κλιματικής αλλαγής (Graniti et al., 2013).

Σε τοπική κλίμακα, τα νέα συστήματα φύτευσης και καλλιέργειας στους ελαιώνες μπορεί να έχουν ακόμη μεγαλύτερο αντίκτυπο στη διανομή και τη σοβαρότητα των ασθενειών από την παγκόσμια κλιματική αλλαγή λόγω των επιπτώσεων στο μικροκλίμα, την οικολογία των παθογόνων και την επιδημιολογία των ασθενειών. Επιπλέον, η επέκταση της καλλιέργειας της ελιάς σε νέες περιοχές και η διάδοση μη γηγενών καλλιεργειών μπορεί να ευνοήσει την εμφάνιση νέων ασθενειών. Πιθανότατα, όσον αφορά τις ασθένειες της ελιάς, οι αλλαγές τόσο στο περιβαλλοντικό πλαίσιο όσο και στη γεωγραφική κατανομή της καλλιέργειας της ελιάς θα τροποποιήσουν γρήγορα και δραματικά ένα σενάριο που εξελίσσεται σταδιακά εδώ και χιλιάδες χρόνια.

Η σοβαρότητα των ασθενειών που προκαλούνται από *Xylella fastidiosa* έχει πρόσφατα αυξηθεί δραματικά σε αρκετές περιοχές πιθανώς λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Πράγματι, έχει αποδειχθεί ότι οι κρύες χειμερινές θερμοκρασίες ενδέχεται να επηρεάσουν την επιβίωση του *Xylella fastidiosa* σε αγγεία του ξύλου και να επιτρέψουν στα φυτά να ανακάμψουν εν μέρει από τις ασθένειες που προκαλούνται από το βακτήριο.

Τα αποτελέσματα μελετών δείχνουν σαφώς ότι η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει έντονα την κατανομή του *Xylella fastidiosa* στην Ευρώπη. Το υποείδος *rauca* αναμένεται να επεκταθεί ελαφρώς στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου της Ισπανίας και της Γαλλίας. Ο αναμενόμενος αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής στον δείκτη σοβαρότητας είναι λιγότερο έντονος και αντιστοιχεί κυρίως σε αυξημένη σοβαρότητα των ασθενειών που προκαλεί το βακτήριο στη νότια Ιταλία, την Κορσική και τη Σαρδηνία.



Σχήμα 16. Προβλεπόμενη πιθανή κατανομή του *Xf subsp. rauca* στην Ευρώπη υπό τις τρέχουσες και μελλοντικές κλιματικές συνθήκες που λαμβάνονται με την τοποθέτηση μοντέλων Bioclim και Domain ( Πηγή : Godefroid, 2020)

Όλα τα μοντέλα κατανομής ειδών δείχνουν ότι το γεωγραφικό εύρος του *Xf subsp. rauca* όπως αναφέρεται σήμερα στην Ευρώπη είναι μικρό σε σύγκριση με τη μεγάλη έκταση των κατάλληλων περιοχών. Αυτό ισχύει για όλα τα υποείδη που μελετήθηκαν του βακτηρίου, αν και το υποείδος *rauca* φαίνεται να έχει μικρότερο δυναμικό εύρος πιθανώς λόγω της προέλευσης του.

Οι ευρωπαϊκές περιοχές που κινδυνεύουν περιλαμβάνουν διαφοροποιημένα (υπο) φυσικά οικοσυστήματα, καθώς και αγρο-οικοσυστήματα στα οποία πρέπει να καταβληθεί σημαντική ερευνητική προσπάθεια για την αποκρυπτογράφηση των φυτών ξενιστών - φορέων εντόμων – για τις αλληλεπιδράσεις των βακτηρίων (Godefroid, 2020).

Οι παραγωγοί ελαιόλαδου στην Κρήτη σε αντίθεση με κάποιες πρώτες προβλέψεις για μια ισχυρή απόδοση, η συγκομιδή του 2019 οδήγησε σε μια κακή παραγωγή τόσο από άποψη ποσότητας όσο και ποιότητας. Το γεγονός αυτό αποδίδουν αρκετοί στην υψηλή προσβολή από δάκο καθώς ο χειμώνας αυτού του έτους ήταν ιδιαιτέρως υγρός αλλά και θερμός (Tupper, 2020)

Όσον αφορά το δάκο η μελέτη των Gutierrez, et al., (2009) καταδεικνύει ότι οι υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού περιορίζουν επί του παρόντος τη κατανομή του δάκου στις ερημικές περιοχές, ενώ το κρύο περιορίζει τη κατανομή του σε βορινές περιοχές. Η υπερθέρμανση του κλίματος αναμένεται να περιορίσει περαιτέρω την αφθονία της σε πολλές περιοχές καθώς η θερμοκρασία του καλοκαιριού γίνεται όλο και πιο δυσμενής. Στην Ιταλία, οι κρύες θερμοκρασίες του χειμώνα περιορίζουν το δάκο σε περιοχές βόρειου και υψηλού υψομέτρου, αλλά αυτό αναμένεται να αλλάξει καθώς οι προηγούμενες δυσμενείς περιοχές γίνονται ευνοϊκές λόγω της υπερθέρμανσης του κλίματος.

Η κλιματική αλλαγή λοιπόν αναμένεται να επηρεάσει την επίπτωση και τη σοβαρότητα των μολυσματικών ασθενειών της ελιάς. Η τροποποίηση της γεωγραφικής κατανομής της ελαιοκαλλιέργειας μπορεί να αλλάξει τη χωρική κατανομή των παθογόνων και να ευνοήσει την εμφάνιση νέων ασθενειών. Αναφέρονται επιλεγμένα παραδείγματα ασθενειών των οποίων η κατανομή και η σοβαρότητα έχουν επηρεαστεί κατά πάσα πιθανότητα από την υπερθέρμανση του πλανήτη ή από υπερβολικές βροχοπτώσεις :

- Κυκλοκόνιο
- Κερκοσπορίωση
- Σηψιρριζία από *Phytophthora*
- Βερτισιλίωση
- Καρκινώματα

Σε περιοχές όπου η καλλιέργεια της ελιάς είναι σχετικά πρόσφατη, η εμφάνιση μιας ασθένειας μπορεί να είναι συνέπεια της προσαρμογής ενός παθογόνου που έχει ήδη δημιουργηθεί σε γηγενή φυτά ξενιστές και σε άλλες καλλιέργειες. Στα παραδείγματα



περιλαμβάνονται η ανθράκωση ελιάς στη Νότια Αφρική, η Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία.

#### **4. ΥΠΟΘΕΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ**

Οι μελλοντικές κλιματολογικές συνθήκες στην περιοχή της Μεσογείου και ειδικότερα της Ελλάδος σίγουρα θα προκαλέσουν επιβλαβείς συνέπειες στη φυσιολογία και την απόδοση της ελιάς, ιδίως από την άποψη των εντομολογικών, μυκητολογικών και βακτηριακών προσβολών. Παρόλο που η ελιά έχει πολλούς μηχανισμούς που επιτρέπουν την σωστή άμυνα απέναντι στους εχθρούς η διαταραχή του βιολογικού κύκλου και της καλλιέργειας αλλά και των παθογόνων μπορεί να αποβεί καταστρεπτική.

Σε μία δεκαετία λοιπόν κατά πάσα πιθανότητα με βάση τα κλιματικά μοντέλα και τα προγράμματα προσομοίωσης της ελαιοκαλλιέργειας η ανθοφορία της ελιάς θα γίνεται νωρίτερα καθώς γενικότερα θα παρατηρούνται υψηλότερες θερμοκρασίες. Στην περίπτωση προσβολής από το *Xylella fastidiosa* τα συμπτώματα θα είναι πιο εμφανή καθώς το ίδιο το παθογόνο προτιμά θερμοκρασίες 25-28°C.

Στην περίπτωση μελλοντικού σχεδιασμού καταπολέμησης αυτού του βακτηρίου θα πρέπει να υπολογιστεί και η αλληλεπίδραση με τον ξενιστή. Το *Philaenus spumarius* θα επηρεαστεί και αυτό από τις κλιματολογικές συνθήκες άρα για να αντιμετωπιστεί το *Xylella fastidiosa* είναι επιβεβλημένη η χημική αντιμετώπιση του φορέα πιο νωρίς και μάλλον σε πιο τακτά χρονικά διαστήματα καθώς λόγω υψηλών θερμοκρασιών είναι πιθανή η αναπαραγωγή σε περισσότερες γενεές ανά έτος από ότι γνωρίζουμε σήμερα.

Πιθανώς, θα χρειαστεί επένδυση σε νέες τεχνολογίες και υποδομές και ενδέχεται να απαιτηθούν νέα συστήματα άρδευσης για την εξουδετέρωση της ξηρότητας ή της αστάθειας των βροχοπτώσεων. Θα χρειαστεί επιλογή ή αντικατάσταση από νέες ποικιλίες ελιάς πιο προσαρμοσμένες στην ξηρότητα ή με διαφορές στη φαινολογία (ανθοφορία έως ωρίμανση καρπών) για τη μείωση της επίδρασης των εντόμων και του βακτηρίου.

#### **5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η ελαιοκαλλιέργεια διαδραμάτισε, με τους αιώνες, σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη των αγροτικών περιοχών στην περιοχή της Μεσογείου, παρέχοντας μεγάλες πηγές εισοδήματος και ευκαιρίες απασχόλησης για τον πληθυσμό σε γεωργικές

περιοχές . Ωστόσο, από την αρχαιότητα, τα ελαιόδεντρα στη λεκάνη της Μεσογείου αντιπροσωπεύουν πολύ περισσότερο από έναν οικονομικό πόρο. Τα παραδοσιακά αγροτικά συστήματα που σχετίζονται με τους ελαιώνες παρέχουν περιβαλλοντικές και κοινωνικοπολιτισμικές λειτουργίες. Οι ελαιώνες αντιπροσωπεύουν επίσης έναν σημαντικό πόρο από πολιτιστική άποψη, καθώς χαρακτηρίζουν το κλασικό μεσογειακό τοπίο .

Η ελιά, στην πραγματικότητα, συνδέεται με την ιστορία μερικών από τους αρχαιότερους πολιτισμούς της Μεσογείου. Η καλλιέργεια της ελιάς επεκτάθηκε σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου αρχικά από τους Έλληνες και τους Φοίνικες από το Αιγαίο Πέλαγος μέχρι τις νότιες ακτές της Μεσογείου και αργότερα από τους Ρωμαίους και τους Άραβες. Μια περαιτέρω διαφοροποίηση των ελαιοκαλλιεργειών συνεχίστηκε κατά τη Ρωμαϊκή περίοδο και τον Μεσαίωνα, ως συνέπεια της αυξημένης ζήτησης για ελιές και παράγωγα προϊόντα.

Ο συνολικός αριθμός των ελαιόδεντρων σε ολόκληρο τον κόσμο εκτιμάται σε 800 εκατομμύρια σε μια συνολική έκταση 8,6 εκατομμυρίων εκταρίων και το 95% αυτών βρίσκονται στη λεκάνη της Μεσογείου . Οι τρεις μεγαλύτεροι παραγωγοί ελαιολάδου είναι η Ισπανία με 1 600 000 τόνους ετησίως, η Ιταλία με 400 000 τόνους ετησίως και η Ελλάδα με περίπου 300 000 τόνους ετησίως, που αντιστοιχεί στο 67%, 17% και 12% της ευρωπαϊκής παραγωγής . Επιπλέον, η Ελλάδα παράγει 900.000 τόνους επιτραπέζιων ελιών ετησίως. Η Ελλάδα είναι η χώρα που καταναλώνει το περισσότερο ελαιόλαδο στον κόσμο πάνω από 25 κιλά ανά άτομο ετησίως σε σύγκριση με 15 κιλά στην Ισπανία και 12 κιλά στην Ιταλία .

Η αξία της παραγωγής ελιάς στην Ελλάδα είναι 18% της συνολικής αξίας της γεωργικής παραγωγής και 850.000 Έλληνες αγρότες (περίπου το 50% όλων των αγροτών) συμπεριλαμβάνουν την καλλιέργεια της ελιάς στις γεωργικές τους δραστηριότητες σε συνολική έκταση 800.000 εκταρίων, τα οποία αντιστοιχεί στο 20% της ελληνικής γεωργικής γης (Solomou & Sfougaris 2011).

Η κλιματική αλλαγή είναι αναμφίβολα το επικείμενο περιβαλλοντικό ζήτημα που αντιμετωπίζει σήμερα ο πλανήτης. Η αύξηση της θερμοκρασίας θα έχει ορισμένες σημαντικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, την άγρια ζωή, τις τροφικές αλυσίδες και τελικά την ανθρώπινη ζωή .

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, σε λιγότερο από σαράντα χρόνια, τα τρία τέταρτα των αμπελουργικών περιοχών στη γη δεν θα είναι κατάλληλα για καλλιέργεια αμπέλου λόγω των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Πολύ σύντομα αυτοί οι αμπελώνες θα μετακινηθούν σε άλλες περιοχές που θα έχουν τις προϋποθέσεις για την

καλλιέργεια των σταφυλιών, όπως η βόρεια Ευρώπη, η βορειοδυτική Αμερική και οι περιοχές της κεντρικής Κίνας .

Ομοίως, οι κλιματικές αλλαγές θα μπορούσαν να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό τις περιοχές παραγωγής ελαιολάδου, ειδικά στη λεκάνη της Μεσογείου . Η κλιματική αλλαγή αλλάζει τόσο τις μέσες όσο και τις ακραίες θερμοκρασίες και τα πρότυπα βροχόπτωσης τα οποία με τη σειρά τους επηρεάζουν τις αποδόσεις των καλλιεργειών, τις περιοχές παρασίτων και ζιζανίων και την εισαγωγή και τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου .

Οι ελιές είναι πιο ανθεκτικές από άλλες καλλιέργειες και μπορούν να ευδοκιμήσουν σε πολλά διαφορετικά εδάφη και υπό διάφορες κλιματολογικές συνθήκες. Δίνουν ελαιόλαδο με λίγη προσπάθεια και φροντίδα όλο το χρόνο, συχνά χωρίς άρδευση. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα διαφόρων μελετών, το κλίμα έχει προκαλέσει επιπτώσεις στην καλλιέργεια της ελιάς και στην αλλοίωση της ποιότητας της επιτραπέζιας ελιάς και του ελαιολάδου .

Ένας σημαντικός περιορισμός στην εκτίμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής είναι η αβεβαιότητα στην πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο οι τεχνολογικές και οικονομικές δυνάμεις θα διαμορφώσουν την ελαιοκαλλιέργεια. Ανεξάρτητα από την κλιματική αλλαγή, η διαχείριση των ασθενειών της ελιάς πρέπει να αντιμετωπίσει νέες προκλήσεις ως συνέπεια των αλλαγών στα συστήματα παραγωγής. Σε τοπική κλίμακα, τα συστήματα ελαιοκαλλιέργειας μπορεί να έχουν ακόμη μεγαλύτερο αντίκτυπο από τις κλιματικές αλλαγές στην επίπτωση και τη σοβαρότητα των ασθενειών. Η άρδευση, η γονιμοποίηση, το κλάδεμα, η διαχείριση του εδάφους και το σύστημα καλλιέργειας είναι πρακτικές που μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις.

Το πιο άμεσο ζήτημα για την καλλιέργεια της ελιάς είναι οι βροχοπτώσεις που επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την κλιματική αλλαγή. Το 2013 έχει αναφερθεί ως η πιο ξηρή χρονιά από τότε που χρονολογείται πάνω από 150 χρόνια για την Καλιφόρνια . Λιγότερες βροχοπτώσεις σημαίνει χαμηλή παραγωγή ελαιόλαδου, με λίγες επιλογές για τους αγρότες όταν οι τιμές του νερού παραμένουν υψηλές .

Εάν αυτό το μοτίβο ξηρασίας συνεχίσει θα πρέπει να δημιουργηθούν νέες και καινοτόμες εναλλακτικές λύσεις άρδευσης για την καταπολέμηση του συνεχώς μεταβαλλόμενου κλίματος. Ωστόσο, αυτό δεν είναι εύκολο καθήκον, καθώς η αύξηση της άρδευσης μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην παροχή νερού για την εκάστοτε περιοχή καλλιέργειας, οδηγώντας σε ερημοποίηση και μπορεί να παρατηρηθεί έλλειψη νερού για άλλους σκοπούς, όπως έχει παρατηρηθεί προηγουμένως στην Ελλάδα, την Ιταλία και την Πορτογαλία όταν αυξήθηκαν οι απαιτήσεις άρδευσης (Tupper , 2012).

Όταν το κλίμα γίνεται θερμότερο, οι ελαιώνες σε ψηλούς λόφους ή πλαγιές πιθανότατα θα υποφέρουν λιγότερο, αλλά οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις που βρίσκονται σε περιοχές ή πεδιάδες χαμηλού υψομέτρου θα μπορούσαν να γίνουν εντελώς μη παραγωγικοί. Υπάρχουν ήδη σημάδια της επικείμενης αλλαγής, με τη συγκομιδή στην Ισπανία το 2013 να καταρρέει από την ξηρασία και τις φαινομενικές καιρικές παραλλαγές (Βασιλόπουλος, 2013).

Η λειψυδρία επηρεάζει κάθε ήπειρο και χώρες όπως η Ελλάδα και η Ιταλία έχουν ήδη υποστεί τις καταστροφικές συνέπειες της ξηρασίας, με τις ελιές να πεθαίνουν σε υψηλές θερμοκρασίες και από την υδατική καταπόνηση. Εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις ενός μεταβαλλόμενου κλίματος στον πληθυσμό της ελιάς, οι διακυμάνσεις του καιρού μπορούν επίσης να προκαλέσουν αλλαγές σε άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως τα έντομα και οι ασθένειες. Αυτά μπορεί στη συνέχεια να επηρεάσουν τον πληθυσμό της ελιάς, ως έμμεσο αποτέλεσμα της αλλαγής του κλίματος (Tupper, 2012).

Τα παθογόνα λοιπόν της ελιάς είναι πολύ πιθανό να επηρεαστούν από την κλιματική αλλαγή. Όταν οι θερμοκρασίες και τα επίπεδα βροχόπτωσης γίνονται πολύ υψηλά, αυτό μπορεί να επιβραδύνει την ανάπτυξη και την νύμφωσηορισμένων ειδών παρασίτων και να τα καταστρέψει .

Αυτό θα εξηγούσε γιατί πολλά παράσιτα απομακρύνονται από τις τροπικές περιοχές προς πιο εύκρατες περιοχές. Τα παράσιτα ευνοούνται από θερμότερες θερμοκρασίες - αλλά μέχρι ένα σημείο. Εάν το κλίμα μίας περιοχής είναι πολύ ζεστό ή πολύ κρύο, οι πληθυσμοί των εντόμων αυξάνονται πιο αργά. Δεδομένου ότι οι εύκρατες περιοχές δεν βρίσκονται επί του παρόντος στη βέλτιστη θερμοκρασία για τα παράσιτα, οι πληθυσμοί αναμένεται να αυξηθούν ταχύτερα σε αυτές τις περιοχές καθώς θερμαίνονται. Αυτό συμβαίνει και στο μικροκλίμα μίας χώρας καθώς όταν οι καιρικές συνθήκες γίνουν ευνοϊκές για ένα έντομο θα μεταναστεύσει προς αυτές ή για παράδειγμα όπως συμβαίνει με το δάκο της ελιάς οι παρατεταμένες ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες έχουν ως αποτέλεσμα την υπέρμετρη αύξηση των πληθυσμών και εν συνεχεία την σχεδόν καθολική καταστροφή της συγκομιδής.

Από την άλλη πλευρά τα έντομα είναι και φορείς σημαντικών ασθενειών της ελαιοκαλλιέργειας όπως είναι το βακτήριο καραντίνας *Xylella fastidiosa* για το οποίο η επιστημονική κοινότητα παγκοσμίως βρίσκεται σε αναβρασμό εξαιτίας της καθολικής καταστροφής των ελαιώνων που προκαλεί. Οι έρευνες λοιπόν καταδεικνύουν ότι η γεωγραφική κατανομή του βακτηρίου θα αυξηθεί με την κλιματική αλλαγή γεγονός που θα πρέπει να προκαλέσει συντονισμένες προσπάθειες αναχαίτισης αυτού του φαινομένου.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Alvarado, M., Civantos, M., Durán, J. M., Barranco, D., Fernández-Escobar, R., & Rallo, L. (2008). El cultivo del olivo. científicos: Barranco, D.
- Ant T, Koukidou M, Rempoulakis P, Gong HF, Economopoulos A, Vontas J, Alphey L. 2012. Control of the olive fruit fly using genetics-enhanced sterile insect technique. *BioMed Central Biology* 10: 1-8. (14 February 2019)
- Barimani, M., Pethybridge, S.J., Vaghefi, N., Hay, F.S., Taylor, P.W.J., 2013. A new anthracnose disease of pyrethrum caused by *Colletotrichum tanacetii* sp. nov. *Plant Pathol.* 62, 1248e1257.
- Berlanger, I., & Powelson, M. L. (2005). Verticillium wilt. Verticillium wilt.
- Birem F, Alcántara E, Blanco-López MA, López-Escudero FJ (2009) Physiological differences expressed by susceptible and resistant olive cultivars inoculated with *Verticillium dahliae*. 10th International Verticillium Symposium, Book of Abstracts, Corfu Island, Hellas, p 71
- Brito, C., Dinis, L. T., Moutinho-Pereira, J., & Correia, C. M. (2019). Drought stress effects and olive tree acclimation under a changing climate. *Plants*, 8(7), 232.
- Cacciola S.O., Faedda R., Sinatra F., Agosteo G.E., Schena L., Frisullo S., Magnano di San Lio G., 2012. Olive Anthracnose. *Journal of Plant Pathology*. 94: 29-44
- Calderón, R., Navas-Cortés, J. A., & Zarco-Tejada, P. J. (2015). Early detection and quantification of Verticillium wilt in olive using hyperspectral and thermal imagery over large areas. *Remote Sensing*, 7(5), 5584-5610.
- Chang, J., deBoer, R., Crous, P.W., Taylor, P.W.J., 2014. 'Biology of foliar and root infection of potato plants by *Colletotrichum coccodes* in Australia. In: APS-CPS Joint meeting, Minneapolis, 9e13 August. The American Phytopathological Society, Minnesota, 63-0.
- D'Onghia, A. M., Digiaro, M., Brunel, S., & Valentini, F. (2017). *Xylella fastidiosa* & the Olive Quick Decline Syndrome (OQDS): a serious worldwide challenge for the safeguard of olive trees. *Options Méditerranéennes. Serie A: Séminaires Méditerranéens (France)* fre no. 121.

- Daane, K. M., & Johnson, M. W. (2010). Olive fruit fly: managing an ancient pest in modern times. *Annual review of entomology*, 55, 151-169.
- De Silva, D. D., Crous, P. W., Ades, P. K., Hyde, K. D., & Taylor, P. W. (2017). Life styles of *Colletotrichum* species and implications for plant biosecurity. *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 155-168.
- Delkash-Roudsari S, Zibae A, Abbc-Mozhdehi MR. 2014. Digestive proteolytic activity in larvae and adults of *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 17: 483-491.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2015b. Response to scientific and technical information provided by an NGO on *Xylella fastidiosa*. *EFSA Journal* 2015;13(4):4082, 13 pp. [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal)
- EPPO 2016, E. (2016). 7/24 (2) *Xylella fastidiosa*. *EPPO Bull*, 46, 463-500.
- Fernández-Escobar, R., Sánchez-Zamora, M. A., García-Novelo, J. M., & Molina-Soria, C. (2015). Nutrient removal from olive trees by fruit yield and pruning. *HortScience*, 50(3), 474-478.
- Fooks, R. (2002). *ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ* (1st ed.). Ψυχάλος.
- Forster, P. M., Maycock, A. C., McKenna, C. M., & Smith, C. J. (2020). Latest climate models confirm need for urgent mitigation. *Nature Climate Change*, 10(1), 7-10.
- Gan, P., Narusaka, M., Kumakura, N., Tsushima, A., Takano, Y., Narusaka, Y., Shirasu, K., 2016. Genus-wide comparative genome analyses of *Colletotrichum* species reveal specific gene family losses and gains during adaptation to specific infection life styles. *Genome Biol. Evol.* 8, 1467e1481.
- Gassman, P.W., Williams, J.R., Benson, V.W., Izaurrealde, R.C., Hauck, L.M., Jones, C.A., Atwood, J.D., Kiniry, J.R., and Flowers, J.D., 2005. Historical Development and Applications of the EPIC and APEX Models. Working Paper 05-WP 397. Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University.
- Genc, H. (2014). Embryonic development of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* Rossi (Diptera: Tephritidae), in vivo. *Turkish Journal of Zoology*, 38(5), 598-602.
- Godefroid, M., Cruaud, A., Streito, J. C., Rasplus, J. Y., & Rossi, J. P. (2020). Climate change and the potential distribution of *Xylella fastidiosa* in Europe.

González-Núñez, M., Pascual, S., Seris, E., Esteban-Durán, J. R., Medina, P., Budia, F., ... & Viñuela, E. (2008). Effects of different control measures against the olive fruit fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) on beneficial arthropod fauna. Methodology and first results of field assays. *Pesticides and beneficial organisms. IOBC/wprs Bull*, 35, 26-31.

Graniti, A., Faedda, R., Cacciola, S.O., and di San Lio G.M. 2011. Olive diseases in a changing ecosystem. In: *Olive Diseases and Disorders*, pp. 403-433, (Scheda L., Agosteo G.E., Cacciola S.O., eds.), Transworld Research Network, Kerala, India.

Gutierrez, A. P., & Ponti, L. (2011). Assessing the invasive potential of the Mediterranean fruit fly in California and Italy. *Biological Invasions*, 13(12), 2661-2676.

Haniotakis, G. E. (2005). Olive pest control: present status and prospects. *IOBC wprs Bulletin*, 28(9), 1.

[https://www.ipcc.ch/news\\_and\\_events/docs/factsheets/FS\\_what\\_ipcc.pdf](https://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/factsheets/FS_what_ipcc.pdf).

Iannotta, N., Belfiore, T., Brandmayr, P., & Scalercio, S. (2007). The effects of treatments against *Bactrocera oleae* (Gmelin) on the entomo-fauna of the olive ecosystem. *IOBC/WPRS Bulletin*.

IPCC, 2001. Regional Climate Information – Evaluation and Projections. In: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 583–638.

IPCC, 2013c. IPCC Factsheet: What is the IPCC? Intergovernmental Panel on Climate Change website. Available at

Iturbide, M., Gutiérrez, J. M., Alves, L. M., Bedia, J., Gimadevilla, E., Cofiño, A. S., ... & Hauser, M. (2020). An update of IPCC climate reference regions for subcontinental analysis of climate model data: Definition and aggregated datasets. *Earth System Science Data Discussions*, 1-16.

Janse, J. D., & Obradovic, A. (2010). *Xylella fastidiosa*: its biology, diagnosis, control and risks. *Journal of Plant Pathology*, S35-S48.

Klimes A, Amyotte SG, Grant S, Kang S, Dobinson KF (2008) Microsclerotia development in *Verticillium dahliae*: regulation and differential expression of the hydrophobin gene VDH1. *Fungal Genet Biol* 45:1525–1532

- Klosterman, S. J., Atallah, Z. K., Vallad, G. E., & Subbarao, K. V. (2009). Diversity, pathogenicity, and management of *Verticillium* species. *Annual review of phytopathology*, 47, 39-62.
- Kourgialas, N. N., Koubouris, G. C., & Dokou, Z. (2019). Optimal irrigation planning for addressing current or future water scarcity in Mediterranean tree crops. *Science of The Total Environment*, 654, 616-632.
- Landa BB, 2019. EIP-AGRI Focus Group, Pests and diseases of the olive tree. Funded by European Commission, pp. 1–20.
- Leaver, J. (2018). A climate impact assessment for the future of Greece and its adaptation capacity as influenced by socio-economic factors. Student thesis series INES.
- LIFE Focus. Ορθή πρακτική για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών
- Lykouressis D, Kapsaskis A, Perdikis D, Vatos A, Fantinou A, 2004. Rates of population increase, abundance and life stage distribution of *Rhynchites cribripennis* (Desbr.) (Col.: Attelabidae) on trees and in the soil in an olive grove. *J. Econ. Entomol.* 97, 316–320.
- Lykouressis D, Vatos A, Koleyris A, Perdikis D, Kapsaskis A, 2007. Studies on the bioecology of the olive weevil *Rhynchites cribripennis* Desbrochers (Coleoptera: Attelabidae). In: Proceedings of the 9th National Entomological Meeting. Hellenic Entomological Society, 13–16 November 2001, Thessaloniki, Ioannina, Greece. 13 (in Greek).
- Martelli, G. P. 2013. A Brief Outline of Infectious Diseases of Olive. *Palestine Technical University Research Journal*, 2013, 1(1):1-9.
- Mendgen, K., Hahn, M., 2002. Review: plant infection and the establishment of fungal biotrophy. *Trends Plant Sci.* 7, 352e356.
- Moatti, J., & Thiébault, S. (2021). The Mediterranean region under climate change : A scientific update. Retrieved 12 January 2021, from <https://books.openedition.org/irdeditions/22908>
- Navas-Castillo, J., Fiallo-Olivé, E., & Sánchez-Campos, S. (2011). Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annual review of phytopathology*, 49, 219-248.
- Navas-Cortés, J. A., Landa, B. B., Mercado-Blanco, J., Trapero-Casas, J. L., Rodríguez-Jurado, D., & Jiménez-Díaz, R. M. (2008). Spatiotemporal analysis of spread of infections



by *Verticillium dahliae* pathotypes within a high tree density olive orchard in southern Spain. *Phytopathology*, 98(2), 167-180.

Pegg GF, Brady BL (2002) *Verticillium* wilts. CAB International, Wallingford

Pfister, P. L., & Stocker, T. F. (2017). State-Dependence of the Climate Sensitivity in Earth System Models of Intermediate Complexity. *Geophysical Research Letters*, 44(20), 10-643.

Plantopro, 2020 : <https://plantpro.gr/insects/psora>

Ponti, L., Gutierrez, A. P., Ruti, P. M., & Dell'Aquila, A. (2014). Fine-scale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winners and losers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(15), 5598-5603.

Ponti, L., Gutierrez, A.P., Ruti, P.M., Dell'Aquila, A. 2014. Fine-scale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winners and losers. *PNAS* 111(15):5598-5603. DOI: 10.1073/pnas.1314437111

Prieto P, Navarro-Raya C, Valverde-Corredor A, Amyotte SG, Dobinson KF, Mercado-Blanco J (2009) Colonization process of olive tissues by *Verticillium dahliae* and its in planta interaction with the biocontrol root endophyte *Pseudomonas fluorescens* PICF7. *Microb Biotechnol* 2:499–511

Rachele Rossi (2017). Ο τομέας ελιάς και ελαιολάδου της ΕΕ Κύρια χαρακτηριστικά, προκλήσεις και προοπτικές. Υπηρεσία έρευνας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου.

Raffini, F., Bertorelle, G., Biello, R., D'Urso, G., Russo, D., & Bosso, L. (2020). From Nucleotides to Satellite Imagery: Approaches to Identify and Manage the Invasive Pathogen *Xylella fastidiosa* and Its Insect Vectors in Europe. *Sustainability*, 12(11), 4508.

Rahimi-Moghaddam, S., Kambouzia, J., & Deihimfard, R. (2018). Adaptation strategies to lessen negative impact of climate change on grain maize under hot climatic conditions: A model-based assessment. *Agricultural and Forest Meteorology*, 253, 1-14.

Ranathunge, N.P., Mongkolporn, O., Ford, R., Taylor, P.W.J., 2012. *Colletotrichum truncatum* pathosystem on *Capsicum* spp: infection, colonization and defence mechanisms. *Aust. Plant Pathol.* 41, 463e473.

Rice, R. E. (2000). Bionomics of the olive fruit fly *Bactrocera* (*Dacus*) *oleae*. *UC Plant Protection Quarterly*, 10(3), 1-5.

- Robinson, S. A. (2020). Climate change adaptation in SIDS: A systematic review of the literature pre and post the IPCC Fifth Assessment Report. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, e653.
- Rodrigues, M. Â., Coelho, V., Arrobas, M., Gouveia, E., Raimundo, S., Correia, C. M., & Bento, A. (2019). The effect of nitrogen fertilization on the incidence of olive fruit fly, olive leaf spot and olive anthracnose in two olive cultivars grown in rainfed conditions. *Scientia Horticulturae*, 256, 108658.
- Sharma, J., & Ravindranath, N. H. (2019). Applying IPCC 2014 framework for hazard-specific vulnerability assessment under climate change. *Environmental Research Communications*, 1(5), 051004.
- Sisto A., Cipriani M.G., Morea M. Knot formation caused by *Pseudomonas savastanoi* subsp. *savastanoi* on olive plants is hrp/hrc dependent. *Phytopathology*. 2004;94:484–489.
- Tanasijevic, L., Todorovic, M., Pereira, L. S., Pizzigalli, C., & Lionello, P. (2014). Impacts of climate change on olive crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean region. *Agricultural Water Management*, 144, 54-68.
- Tapiador, F. J., Navarro, A., Moreno, R., Sánchez, J. L., & García-Ortega, E. (2020). Regional climate models: 30 years of dynamical downscaling. *Atmospheric Research*, 235, 104785.
- Tupper, N. (2012). Spanish olive oil under constant threat from climate change. *Olive Oil Times*, Oct-26.
- UNCCD 1994 United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa. Document A/AC. 241/27, 12. 09. 1994 with Annexes. United Nations, New York, NY.
- Viruega, J. R., Moral, J., Roca, L. F., Navarro, N., & Trapero, A. (2013). *Spilocaea oleagina* in olive groves of southern Spain: survival, inoculum production, and dispersal. *Plant disease*, 97(12), 1549-1556.
- Vossen P, Varela L, Devarenne A. (2006). Olive fruit fly. University of California Cooperative Extension - Sonoma County. (14 February 2019)

Williams, J.R. Izaurralde, R.C., and Steglich, E.M., 2012. Agricultural Policy/Environmental eXtender Model Theoretical Documentation Version 0806. Blackland Research and Extension Center, Texas A&M AgriLife Research.

xfactorsproject , 2020 : <https://www.xfactorsproject.eu/updated-eu-database-host-plants-xylella-fastidiosa>

Yu, D. J., Xu, L., Nardi, F., Li, J. G., & Zhang, R. J. (2017). The complete nucleotide sequence of the mitochondrial genome of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). *Gene*, 396(1), 66-74.

Zeilinger, S., Gupta, V.K., Dahms, T.E.S., Silva, R.N., Singh, H.B., Upadhyay, R.S., Gomes, E.V., Tsui, C.K.M., Nayak, S.C., 2016. Friends or foes? Emerging insights from fungal interactions with plants. *FEMS Microbiol. Rev.* 40, 182e207.

Challenges Await Growers As Mediterranean Basin Becomes Hotter and Drier. (2020). Retrieved 22 January 2021, from <https://www.oliveoiltimes.com/world/challenges-await-growers-as-mediterranean-basin-becomes-hotter-and-drier/86384>

Report, F. (2020). First Mediterranean Assessment Report – MedECC. Retrieved 22 January 2021, from <https://www.medecc.org/first-mediterranean-assessment-report-mar1/>

## **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Αρβανίτης, Θ. (2009). Το σύστημα της υπέρπυκνης γραμμικής

Βέμμος, Σ. (2009). Νεότερα συστήματα καλλιέργειας της Ελιάς, Γεωργία και

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ. 2010

Εγκυκλοπαίδεια ελαιοκομίας (2017), Άξιον Εκδοτική.

ελαιοκαλλιέργειας ως επιχειρηματική επένδυση. Γεωργία και Κτηνοτροφία,

επιδόσεων στον κλάδο του ελαιόλαδου. ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ.

Θεριός, Ι.,Ν.,Βιβλίο Ελαιοκομίας, Εκδόσεις Γαρταγάνης, 2005, 27-41, 225- 230, 257-263

Κτηνοτροφία, τεύχος Ιουνίου. σελ 25-34.

Κωστελένος, Γεώργιος (2012). Στοιχεία ελαιοκομίας.

Μπαλατσούρας, Γ. (1994). Το Ελαιόδεντρο (1st ed.). Αθήνα: Εκδόσεις Πελεκάνος

Παρθενίου Ε., (2006). Ο ρόλος της ελιάς και του λαδιού στην ιστορία του τόπου και η πολύπλευρη σημασία τους στην οικονομία, τη διατροφή και την υγιεινή τεύχος Ιουνίου. σελ 40-45.

Τζάμος, Ε. Κ. (2004). Φυτοπαθολογία. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη. Σελ, 259-279.