



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Επιπτώσεις των ακραίων καιρικών φαινομένων στην καλλιέργεια
της αμπέλου»**

ΚΑΡΑΓΚΙΟΖΟΠΟΥΛΟΥ ΑΘΗΝΑ

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
"Εφαρμοσμένη Επιστήμη και Τεχνολογία στη Γεωπονία"**

ΜΑΙΟΣ, 2022

ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Κονταξάκης Εμμανουήλ
Επίκουρος Καθηγητής
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
2. Αλυσσανδράκης Ελευθέριος
Επίκουρος Καθηγητής
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
3. Δραγασάκη Μαγδαληνή
Επίκουρη Καθηγήτρια
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τις υποχρεώσεις του Μεταπτυχιακού Προγράμματος ευχαριστώ τους καθηγητές και τους επιστημονικούς συνεργάτες των μαθημάτων για τις γνώσεις και τη βοήθειά τους στην θεωρητική και μεθοδολογική έρευνα, τους τρόπους και τις διαδικασίες προσέγγισης και ανίχνευσης σχέσεων και συνδέσεων των ζητημάτων διερεύνησης.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας εργασίας, κ. Εμμανουήλ Κονταξάκη, για την καθοδήγηση, τις συμβουλές του και για την ευκαιρία που μου έδωσε, να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο, με ελευθερία και πρωτοβουλία χειρισμού σε όλα τα στάδια της.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο «ευχαριστώ» σε όλα τα πρόσωπα που επικοινωνήσα μαζί τους και συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας μου, αλλά και στην οικογένεια μου και τους φίλους μου που με ενθάρρυναν και με στήριξαν καθ' όλη την διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

«Εάν αποσυνθέσεις την Ελλάδα, στο τέλος θα δεις να σου απομένουν μια ελιά, ένα αμπέλι και ένα καράβι. Που σημαίνει: με άλλα τόσα την ξαναφτιάχνεις»

Από το έργο του Ελύτη «Ο μικρός ναυτίλος»

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	3
Περίληψη	5
Abstract	7
Εισαγωγή.....	9
1. Εισαγωγή	12
1.1 Το αμπέλι	12
1.2 Προσανατολισμός και κλίση του αμπελώνα.....	14
1.3 Το κλίμα και το έδαφος	15
1.4 Οι ποικιλίες	17
2. Δυσμενείς Θερμοκρασίες.....	20
3. Χαμηλές θερμοκρασίες	29
4. Χαλάζι.....	37
5. Καταστροφές από κεραυνό	48
6. Επίδραση του ανέμου	51
Συμπεράσματα	56
Βιβλιογραφία.....	59

Περίληψη

Οι πιθανές επιπτώσεις της επικείμενης κλιματικής αλλαγής περιλαμβάνουν την άνοδο της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας και τη συσσώρευση ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως συχνοί και έντονοι καύσωνες. Η θερμοκρασία είναι ένας σημαντικός περιβαλλοντικός παράγοντας που επηρεάζει σχεδόν όλες τις πτυχές της ανάπτυξης των φυτών (Lopes *et al*, 2014). Τα περισσότερα είδη των φυτών αναπτύσσονται και επιβιώνουν σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 1-40°C, με άριστο εύρος θερμοκρασιών αυτό των 15-30 °C (Frioni *et al*, 2019). Αναλόγως του βλαστητικού σταδίου ανάπτυξης του φυτού εκδηλώνεται και ο βαθμός ευαισθησίας σε ακραίες τιμές θερμοκρασίας. Οι οφθαλμοί, τα άνθη και οι νεαροί καρποί είναι τα πλέον ευαίσθητα όργανα. Ωστόσο, η ταχύτητα προκλήσεως ζημιών στα φυτά είναι μεγαλύτερη στις υψηλές σε σύγκριση με τις χαμηλές θερμοκρασίες (Costa *et al*, 2019). Οι ζημιές λόγω υψηλών θερμοκρασιών είναι γενικότερα σπάνιες και οφείλονται σε παράλληλη έκθεση του φυτού ή οργάνου του σε πολύ έντονο ηλιακό φως. Αυτό σε συνδυασμό με την ξηρασία, την απουσία οξυγόνου ή και του δυνατού ανέμου, μαζί με χαμηλή σχετική υγρασία, έχει σαν αποτέλεσμα την πρόκληση ηλιακών εγκαυμάτων (Costa *et al*, 2019).

Καλλιέργειες όπως το αμπέλι είναι αρκετά ευάλωτες σε ακραίες θερμοκρασίες. Κατά τη διάρκεια του τρέχοντος αιώνα, οι θερμοκρασίες αναμένεται να συνεχίσουν να αυξάνονται, με αρνητικές επιπτώσεις στην αμπελοκαλλιέργεια. Αυτές οι συνέπειες κυμαίνονται από βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις στην ποιότητα του κρασιού έως μακροπρόθεσμα ζητήματα όπως η καταλληλότητα ορισμένων ποικιλιών και η βιωσιμότητα της αμπελουργίας σε παραδοσιακές αμπελοοινικές περιοχές (Cogato *et al*, 2021). Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την πρόωμη έναρξη των σταδίων ανάπτυξης στην άμπελο. Επιπλέον, η συντόμευση της διάρκειας των περισσότερων φαινολογικών σταδίων λόγω της αυξημένης παγκόσμιας θερμοκρασίας μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη σύνθεση και την ποιότητα των σταφυλιών και συνεπώς του κρασιού (Frioni *et al*, 2019).

Κατά τη διάρκεια του χειμερινού λήθαργου απαιτείται μια περίοδος με θερμοκρασίες κάτω των 10 °C, έτσι ώστε το αμπέλι να ξεκινήσει τον κύκλο ανάπτυξής του. Ωστόσο, μετά την εκβλάστησή του το αμπέλι είναι ευαίσθητο στον όψιμο παγετό και το χαλάζι.

Οι αμπελώνες που αναπτύσσονται κάτω από έντονο θερμικό στρες παρουσιάζουν σημαντική μείωση της παραγωγικότητας, λόγω των περιορισμών της φωτοσύνθεσης, καθώς και των τραυματισμών κάτω από άλλες φυσιολογικές διεργασίες (Θεοδώρου, 2019). Ορισμένες μελέτες υποστηρίζουν ότι οι δροσερές νύχτες στην περίοδο που προηγείται της ωρίμανσης σε συνδυασμό με τις υψηλές ημερήσιες θερμοκρασίες, ευνοούν τη σύνθεση ανθοκυανινών και άλλων φαινολικών ενώσεων και επομένως είναι επωφελείς για τους οίνους υψηλής ποιότητας (Θεοδώρου, 2019). Η ετήσια βροχόπτωση και η εποχικότητα της είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αμπελουργία, καθώς το στρες του νερού μπορεί να οδηγήσει σε ευρύ φάσμα επιπτώσεων, αλλά σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται από το στάδιο της ανάπτυξης. Τέλος, σημαντικές καταστροφές μπορεί να προκληθούν και από ισχυρούς ανέμους αλλά και από την πτώση κεραυνών προκαλώντας από ήπιες μέχρι και ολικές ζημιές στην καλλιέργεια.

Πριν αναλάβουμε δράση για οποιοδήποτε φαινόμενο, η κατανόηση της κατάστασής μπορεί να μας αποτρέψει από το να λάβουμε δαπανηρές αποφάσεις που μπορεί να έχουν μικρό αποτέλεσμα.

Abstract

The possible effects of impending climate change include rising average annual temperature and accumulation of extreme weather, such as frequent and severe heat. Temperature is an important environmental factor that affects almost all aspects of plant growth (Lopes et al, 2014). Most species of plants grow and survive at temperatures ranging between 1-40 ° C, with an excellent temperature range of 15-30°C (Frioni et al, 2019). Depending on the growth stage of the plant, the degree of sensitivity to extreme temperature prices is manifested. Buds, flowers and young fruits are the most sensitive organs. However, the speed of causing damage to plants is higher in high than low temperatures (Costa et al, 2019). Damage due to high temperatures is generally rare and is due to a parallel exposure of the plant or organ to very intense sunlight. This combined with drought, the absence of oxygen or even strong wind, along with low relative humidity, results in solar burns (Costa et al, 2019).

Crops such as the vineyard are quite vulnerable to extreme temperatures. During the current century, temperatures are expected to continue to increase, with negative effects on viticulture. These consequences range from short-term effects on wine quality to long-term issues such as the suitability of certain varieties and the viability of viticulture in traditional vineyards (Cogato et al, 2021). Recent studies show that the increase in temperature is largely associated with the early start of growth stages in the vine. In addition, shortening the duration of most phenological stages due to increased global temperature can adversely affect the synthesis and quality of grapes and therefore wine (Frioni et al, 2019).

During the winter lethargy, a period is required with temperatures below 10 ° C, so that the vine begins its growth cycle. However, after the vineyard it is depleted, the vine is sensitive to the late frost and hail.

Vineyards that develop under intense thermal stress show a significant decrease in productivity due to photosynthesis restrictions, as well as injuries under other normal processes (Θεοδώρου, 2019). Some studies argue that cool nights in the period preceding ripening in combination with high daily temperatures, favour the synthesis of anthocyanins and other phenolic compounds and are therefore beneficial to high-

quality wines (Θεοδώρου, 2019). Its annual rainfall and seasonality are also important factor that affects viticulture, as water stress can lead to a wide range of effects, but largely depends on the development stage. Finally, significant disasters can be caused by strong winds and lightning down, causing mild to whole damage to cultivation.

Before taking action for any phenomenon, understanding the situation can prevent us from making expensive decisions that may have a low effect.

Εισαγωγή

Τα φυτά αναπτύσσονται καλύτερα μέσα σε συγκεκριμένο εύρος διαφόρων αβιοτικών παραμέτρων που συνθέτουν το περιβάλλον τους. Ορισμένοι από αυτούς τους παράγοντες είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η υγρασία του εδάφους, η ατμοσφαιρική υγρασία, τα συστατικά του εδάφους, οι διάφορες καιρικές συνθήκες, το φως και άλλα (Τζάμος, 2007; Χαραλαμπίδης, 2009). Οι άριστοι κλιματολογικοί παράγοντες αναπτύξεως των φυτών αποτελούν αναγκαία προϋπόθεση για μια επιτυχή, παραγωγική και ποιοτική γεωργία. Ακραίες αποκλίσεις στις παραμέτρους των συγκεκριμένων παραγόντων είναι υπεύθυνες για περιορισμένες ή εκτεταμένες ζημιές σε μια ή περισσότερες από τις λειτουργίες του φυτού (Τζάμος, 2007). Τα προβλήματα που δημιουργούνται ως αποτέλεσμα των παραπάνω ονομάζονται μη παρασιτικές ασθένειες των φυτών και οδηγούν σε απώλεια μεγάλο μέρος της παραγωγής και σε μερική ή ολική καταστροφή του φυτικού κεφαλαίου. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν όλα τα φυτά του υπάρχουν στην φύση όμως αρκετά περισσότερο επηρεάζονται τα καλλιεργούμενα φυτά, τα οποία συχνά καλλιεργούνται σε περιοχές που είναι στα όρια ή και πέρα από το κανονικό τους ενδιαίτημα και άρα βρίσκουν οριακά τις προϋποθέσεις για μια φυσιολογική ανάπτυξη (Agrios, 2017).

Το κλίμα και ο καιρός παίζουν σημαντικό ρόλο στην αμπελοκαλλιέργεια. Ενώ ο καιρός μπορεί να αλλάξει σε σύντομο χρονικό διάστημα, όπως από λεπτό σε λεπτό, από ώρα σε ώρα, το κλίμα αντιπροσωπεύει τον μέσο όρο του καιρού για μια χρονική περίοδο. Επομένως, ο καιρός είναι η κατάσταση της ατμόσφαιρας σε σύντομο χρονικό διάστημα, ενώ το κλίμα αντιπροσωπεύει το μοτίβο του καιρού για μεγάλο χρονικό διάστημα (Cameron *et al*, 2022). Ενώ η πρακτική διαχείρισης του αμπελώνα εξαρτάται από το κλίμα στο οποίο καλλιεργούνται τα σταφύλια, ο καιρός υπαγορεύει την καθημερινή εργασία του αμπελουργού. Η κλιματική αλλαγή είναι μια από τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές προκλήσεις που θα αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα τις επόμενες δεκαετίες. Οι αλλαγές στη φαινολογία του αμπελιού θεωρούνται ως μία από τις πιο σαφείς συνέπειες της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με μια πρώιμη έναρξη πολλών σταδίων ανάπτυξης στο αμπέλι. Επιπλέον, η συντόμευση της διάρκειας των περισσότερων φαινολογικών σταδίων λόγω της αυξημένης παγκόσμιας

θερμοκρασίας μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη σύνθεση και την ποιότητα των σταφυλιών και συνεπώς του κρασιού (Cogato *et al*, 2021).

Ο αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής στην ποσότητα των σταφυλιών που παράγει το αμπέλι είναι δύσκολο να προβλεφθεί λόγω του μεγάλου αριθμού μεταβλητών που εμπλέκονται στην καλλιέργεια των σταφυλιών (Mosedale *et al*, 2016). Για παράδειγμα, η ανάπτυξη των φυτών γενικά θα μπορούσε να ωφεληθεί από τα αυξημένα επίπεδα CO₂ στην ατμόσφαιρά μας, αλλά ταυτόχρονα η ζέστη, η ξηρασία και η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στα φυτά. Μπορούν να αναμένονται χαμηλότερες αποδόσεις σε περιοχές που γίνονται όλο και πιο ζεστές και ξηρές, ενώ οι αποδόσεις είναι πιθανό να αυξηθούν σε περιοχές που βρίσκονται επί του παρόντος κάτω από τη ζώνη άνεσης για την ανάπτυξη των αμπελιών (Naude *et al*, 2019).

Τα αμπέλια, όπως και άλλα φυτά, έχουν αναπτύξει στρατηγικές για τη διατήρηση της ομοιόστασης και την αντιμετώπιση του στρες σε υψηλές θερμοκρασίες (Χαραλαμπίδης, 2009). Αυτοί οι μηχανισμοί περιλαμβάνουν φυσιολογικές προσαρμογές και ενεργοποίηση μονοπατιών σηματοδότησης και γονιδιακών ρυθμιστικών δικτύων που διέπουν την απόκριση στο θερμικό στρες και την απόκτηση θερμοανοχής (Costa *et al*, 2019). Οι υψηλότερες θερμοκρασίες θα έχουν ως αποτέλεσμα όλες οι φαινολογικές καταστάσεις των φυτών να συμβαίνουν νωρίτερα όπως η εκβλάστηση, η ανθοφορία, η πήξη του σταφυλιού και η ωρίμανση των σταφυλιών, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στο συνολικό πρόγραμμα διαχείρισης ενός αμπελώνα (Luscher *et al*, 2016). Για παράδειγμα, εάν ένας ζεστός χειμώνας που προκαλεί νωρίτερα εκβλάστηση ακολουθείται από μια ζεστή άνοιξη και καλοκαίρι, όλα τα φαινολογικά στάδια είναι πρώιμα.

Άλλα καιρικά φαινόμενα που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν καταστροφές στα αμπέλια είναι, οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, οι έντονες βροχοπτώσεις και το χαλάζι καθώς και οι ισχυροί άνεμοι αλλά και οι κεραυνοί. Οι ζημιές από τον άνεμο παρατηρούνται συνήθως σε περιοχές με ισχυρούς ανέμους ή με καταιγίδες την άνοιξη και το καλοκαίρι (Martinson, 2019). Όσον αφορά το χαλάζι, μπορεί να μειώσει την καλλιέργεια, τον αριθμό των βλαστών και το τοίχωμα των φύλλων και να σταματήσει εν μέρει ή πλήρως την κανονική ροή των θρεπτικών ουσιών.

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, όλα τα πράσινα μέρη της αμπέλου είναι ευαίσθητα στον παγετό και ειδικότερα ο ανοιξιάτικος παγετός συχνά βλάπτει τους οφθαλμούς και τους νεαρούς βλαστούς και θέτει σε κίνδυνο την καλλιέργεια (Haurtman *et al*, 2011). Τέλος οι έντονες βροχοπτώσεις πριν από τη συγκομιδή αποτελούν πάντα κίνδυνο για την απόδοση και την ποιότητα των σταφυλιών ενώ η πτώση ενός κεραυνού είναι ικανή να προκαλέσει από μερική έως και ολική νέκρωση των πρέμνων (Riley, 2015).

Σε αυτή την εργασία εξετάζουμε, την επίδραση των ακραίων καιρικών φαινομένων στην καλλιέργεια της αμπέλου και επικεντρωνόμαστε στην επίδραση της φυσιολογίας του φυτού, στις ζημίες που προκαλούνται στα φυτά και τα σταφύλια αλλά και στους μηχανισμούς άμυνας που διαθέτουν. Επιπλέον θα αναφερθούμε στις διάφορες επεμβάσεις προστασίας που μπορούν να γίνουν από τον άνθρωπο.



Εικόνα 1: Ξήρανση των φύλλων των κληματίδων λόγω έλλειψης νερού. Πηγή:

Ρούμπος, 2003

1. Εισαγωγή

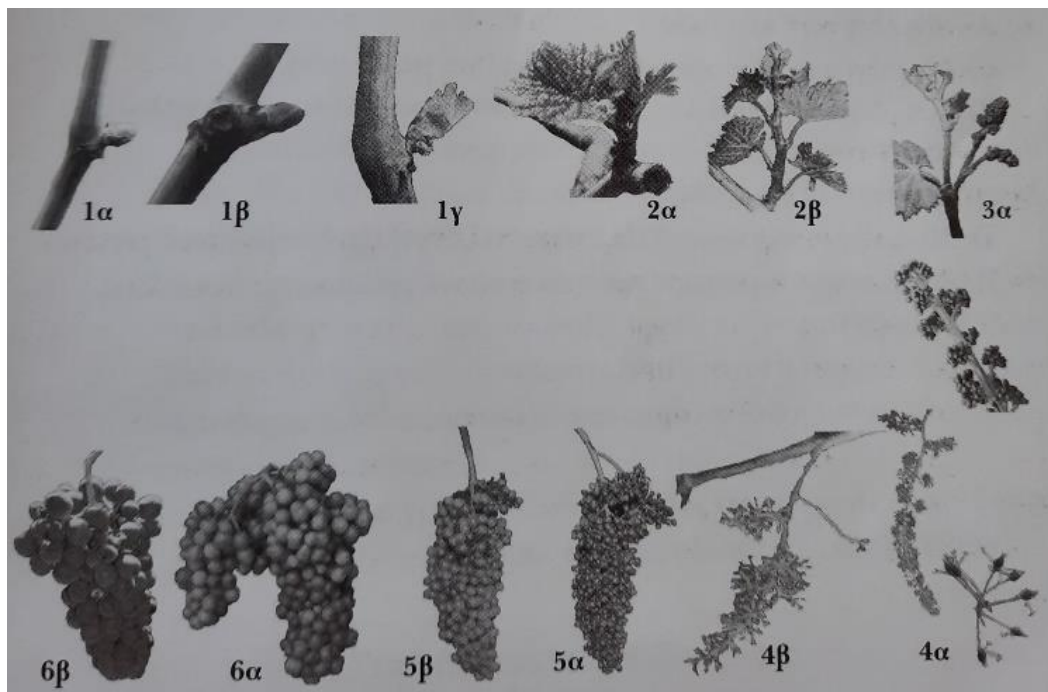
1.1 Το αμπέλι

Η γνώση της ιστορίας ενός επιστημονικού αντικειμένου μπορεί να συμβάλλει στην πληρέστερη κατανόηση του, δεδομένου ότι συνδέει το παρελθόν με το παρόν και περιγράφει τους τρόπους και τα στάδια μετεξέλιξης του από μια κατ' αρχήν εμπειρική γνώση σε επιστήμη (Τσέτουρας, 2009). Η καλλιέργεια του αμπελιού χάνεται στα βάθη των χιλιετιών. Πιθανότατα οι πρώτοι αμπελουργοί 'να ήταν λαοί που κατοικούσαν στις περιοχές της Περσίας, του Καυκάσου και της Κασπίας, όπου μερικοί συγγραφείς τοποθετούν το κέντρο διασποράς του είδους (Νικολάου, 2011). Ο καρπός του, το σταφύλι και το κρασί που παράγεται από αυτό, έχουν μια μακρόχρονη ιστορία ανθρώπινου κόπου που βελτίωσε με τον καιρό, με τις τεχνικές επεξεργασίας του αμπελιού και τελειοποίησε τη μετατροπή του καρπού του. Με το πέρασμα του χρόνου, οι διάφοροι λαοί συνέδεσαν το κρασί με συμβολικές έννοιες, όπως η γιορτή, η χαρά, η απελευθέρωση του πνεύματος και ένας βαθύς συμβολισμός με κατάληξη τον μυστικισμό (Τσέτουρας, 2009). Η καλλιέργεια του αμπελιού είχε διαδοθεί σε ολόκληρη της αρχαία Ελλάδα. Η τεχνική της τελειοποιήθηκε σε τέτοιο βαθμό, ώστε δίκαια θεωρείται ότι η αμπελουργία ως εμπειρική τέχνη γεννήθηκε στην αρχαία Ελλάδα.

Η αμπελουργία, ως ξεχωριστό επιστημονικό πεδίο της Γεωπονικής επιστήμης προσέλκυσε το ενδιαφέρον των επιστημόνων από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, όπου από μια συσσωρευμένη εμπειρική γνώση μετεξελίχθηκε σε ένα σημαντικό εφαρμοσμένο επιστημονικό αντικείμενο της βιολογίας, το οποίο πραγματεύεται την καλλιέργεια της αμπέλου καθώς και την μελέτη των διαφόρων βιοτύπων και των σχετικών με την άμπελο γενών και ειδών τα οποία ανήκουν στην Οικογένεια των αμπελοειδών (*Vitaceae*) (Τσακίρης, 2011). Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει 14 γένη, από τα οποία κυρίως το γένος *Vitis* ενδιαφέρει την αμπελουργία.

Σε αυτό υπάγονται τα υπογένη *Eurovitis*, στο οποίο ανήκει το είδος *Vitis vinifera*, δηλαδή το ευρωπαϊκό αμπέλι και το *Muscadinia*, που περιλαμβάνει είδη της Β. Αμερικής. Τέλος το *V. vinifera* διακρίνεται σε δυο υποείδη, το *Vitis vinifera subsp. sylvestris* και το *V. vinifera subsp. sativa* (Τσακίρης, 2011).

Το αμπέλι είναι φυτό θαμνώδες και αναρριχώμενο, με κορμό και βραχίονες που αποτελούν το ξύλο και με διακλαδώσεις, κληματίδες λεπτές και κυλινδρικές, που είναι οι βλαστοί του τελευταίου ή του προηγούμενου έτους (Ψυχάλου, 2009). Οι κληματίδες διαιρούνται κατά μήκος τους από κόμβους ή γόνατα, από τα οποία εμφανίζονται τα φύλλα, τα μάτια στις μασχάλες των φύλλων, αλλά και οι έλικες και οι ταξιανθίες. Μέσα στη γη σχηματίζεται το ριζικό σύστημα του φυτού (Ψυχάλου, 2009). Στην περίπτωση πολλαπλασιασμού με μοσχεύματα ή καταβολάδες, οι ρίζες αναπτύσσονται συνήθως από τους κόμβους και διακλαδίζονται για να σχηματιστούν τελικά πάνω στις διακλαδώσεις τα λεπτότατα απορροφητικά ριζίδια (Νικολάου, 2011). Τέτοια αναπτύσσονται κατά χιλιάδες σε κάθε φυτό στη διάρκεια μιας βλαστικής περιόδου. Η ταχύτητα και ο ρυθμός ανάπτυξης του ριζικού συστήματος ποικίλλουν επίσης στα διάφορα είδη αμπελιού, αλλά εξαρτώνται και από άλλους παράγοντες και κυρίως από τις υπάρχουσες εδαφικές συνθήκες (Τσακίρης, 2011). Η πλήρης ανάπτυξη του συμπληρώνεται, μετά από 6-8 χρόνια από την εγκατάσταση του αμπελιού.



Εικόνα 2: Βλαστικά στάδια του φυτού. Πηγή: Κεχαγιάς, 2009

Μερικά από τα κύρια προϊόντα της αμπέλου είναι τα επιτραπέζια σταφύλια, οι σταφίδες, ο οίνος, ο χυμός των σταφυλιών, συμπυκνωμένα γλεύκη, διάφορα αποστάγματα (π.χ. τσίπουρο), οξικό οξύ και άλλα χρήσιμα προϊόντα όπως το τρυγικό οξύ, διάφορα έλαια, αμπελόφυλλα για μαγειρική χρήση κ.ά. (Τσέτουρας, 2009). Η πλεονεκτική θέση της Ελληνικής αμπελουργίας έχει ως αποτέλεσμα να διακινούνται σήμερα στην αγορά τέτοιου είδους επώνυμα προϊόντα υψηλής ποιοτικής στάθμης, τα οποία παράγονται τόσο από μεγάλες βιομηχανικές επιχειρήσεις, όσο και από μικρές, οικογενειακής μορφής, με ακόμη μεγαλύτερη επιτυχία.

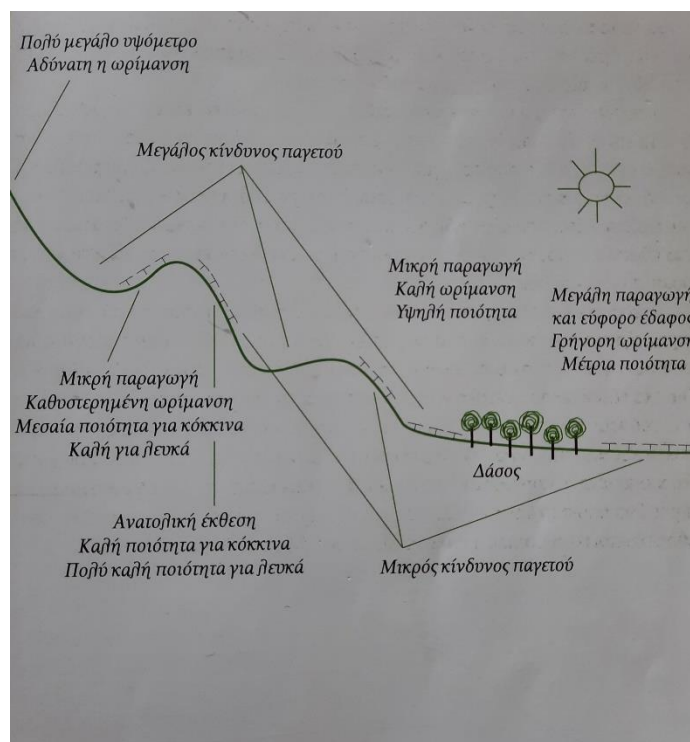
1.2 Προσανατολισμός και κλίση του αμπελώνα

Ο τόπος που μπορούμε να φυτέψουμε ένα αμπέλι εξαρτάται σε γενικές γραμμές από το κλίμα και το έδαφος μιας περιοχής. Τα αμπέλια με προσανατολισμό προς το νότο, εκτεθειμένα στο φως και τον ήλιο, είναι πιο αναγκαία στις πιο βορεινές ή ορεινές περιοχές και εξασφαλίζουν σταφύλια με υψηλό περιεχόμενο σακχάρων (Τσακίρης, 2011). Ο προτιμότερος προσανατολισμός είναι προς το νότο, νότιο- ανατολικά ή νότιο-δυτικά. Αντίθετα στις πιο θερμές περιοχές με τέτοιο προσανατολισμό έχουμε επιτάχυνση της ωρίμανσης με πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα των σταφυλιών. Έτσι σε νότιες και πεδινές περιοχές, ο βορεινός προσανατολισμός είναι προτιμότερος (Τσέτουρας, 2009). Τέλος, παρόλο που το κλίμα χρειάζεται καλό φωτισμό, δεν θα πρέπει να φωτίζεται ούτε να θερμαίνεται υπερβολικά διότι αυτό προκαλεί μείωση των οξέων και των αρωματικών συστατικών.

Ο αμπελώνας μπορεί να εγκατασταθεί σε οριζόντια ή σε ελαφρά επικλινή εδάφη. Τα επικλινή, στα οποία βέβαια η καλλιέργεια είναι πιο δύσκολη, έχουν το πλεονέκτημα ότι το έδαφος αποστραγγίζεται φυσικά, θερμαίνεται ευκολότερα την άνοιξη, φωτίζεται καλύτερα, τα φυτά δεν υποφέρουν τόσο από ασθένειες και τα σταφύλια ωριμάζουν κάτω από ευνοϊκότερες συνθήκες (Τσακίρης, 2011). Στα πεδινά, που συνήθως είναι πιο εύφορα, η παραγωγή είναι μεγαλύτερη, και ως αποτέλεσμα όμως να υπάρχει μείωση στην ποιότητα του κρασιού.

Γενικά, οι λευκές ποικιλίες ωριμάζουν πιο γρήγορα από τις ερυθρές. Συνεπώς, συμπεραίνουμε πως στις επικλινείς περιοχές με μη ευνοϊκό προσανατολισμό θα πρέπει

να καλλιεργούνται αμπέλια πρώιμων ποικιλιών, ενώ στις νότιες περιοχές είναι καλύτερο να καλλιεργούνται όψιμες ποικιλίες αμπέλου.



Εικόνα 3: Συνοπτική περιγραφή της επίδρασης του υψομέτρου και του ανάγλυφου στην ποιότητα των κρασιών. Πηγή: Τσακίρης, 2011

1.3 Το κλίμα και το έδαφος

Η εξάπλωση της καλλιέργειας του αμπελιού σε διαφορετικά εδάφη και μέρη, αποδεικνύει τη μεγάλη ικανότητα αυτού του φυτού να προσαρμόζεται σε εξαιρετικά ετερόμορφες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Οι κλιματολογικές συνθήκες επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών, την παραγωγή και την ποιότητα των αμπελουργικών προϊόντων (Παναγόπουλος, 2007). Οι κλιματολογικοί παράγοντες μιας περιοχής επηρεάζονται από το υψόμετρο και το ανάγλυφο της. Λόγω της γεωγραφικής θέσης και της ποικιλίας των εδαφών και των μικροκλιμάτων που χαρακτηρίζουν τον ελληνικό χώρο, μπορεί να πει κανείς πως δεν είναι καθόλου δύσκολο να επισημανθούν σε κάθε περιοχή ιδανικές τοποθεσίες για την καλλιέργεια του αμπελιού (Παναγόπουλος, 2007).

Το αμπέλι μπορεί να καλλιεργηθεί κάτω από ποικίλες κλιματικές συνθήκες. Η θερμοκρασία, η υγρασία και η ηλιοφάνεια είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που

επηρεάζουν την βλάστηση και την παραγωγή των φυτών. Οι περιοχές που έχουν μεγάλη ηλιοφάνεια παράγουν κρασιά πλούσια σε σάκχαρα και φτωχά σε οξέα. Αντιθέτως, τα κρασιά που παράγονται σε περιοχές με μικρή ηλιοφάνεια έχουν χαμηλό αλκοολικό τίτλο και υψηλή περιεκτικότητα σε οξέα (Τσακίρης, 2014; Puckette, 2015). Τα πλεονεκτήματα των ομαλών θερμοκρασιών ωρίμανσης γίνονται πιο φανερά σε περιοχές που επηρεάζονται από τη θάλασσα ή σε ηπειρωτικές περιοχές με σταθερές θερμοκρασίες.

Η θερμοκρασία είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας. Εκτός ορισμένων ορίων θερμοκρασίας το αμπέλι δεν είναι δυνατόν να καλλιεργηθεί. Ευδοκίμει στη ζεστή εύκρατη ζώνη (Ψυχάλου, 2009). Η καλύτερη ανάπτυξη επιτυγχάνεται σε περιοχές με μεγάλο ζεστό, ξερό καλοκαίρι και δροσερό χειμώνα. Η μεγάλη βλαστική περίοδος είναι απαραίτητη για την ωρίμανση των καρπών.

Πίνακας 1. Βέλτιστες θερμοκρασίες ανάπτυξης του αμπελιού

Στάδιο	Θερμοκρασία
Για την βλάστηση	8-10 ° C
Για την ανθοφορία	18-22 ° C
Από την καρπόδεση μέχρι την έναρξη της ωρίμανσης	22-26 ° C
Από την έναρξη της ωρίμανσης και για όλη την διάρκεια της	20-24 ° C
Για την περίοδο του τρύγου	18-22 ° C

Πηγή: Παναγόπουλος, 2007

Συμπερασματικά, το κλίμα είναι ο παράγοντας που μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα του κρασιού και να διαφοροποιήσει τα χαρακτηριστικά του κρασιού από χρονιά σε χρονιά. Ο καιρός είναι αυτός που μπορεί να δημιουργήσει ή να καταστρέψει την παραγωγή μιας χρονιάς και βάσει αυτού, εξηγούνται τα διαφορετικά χαρακτηριστικά ενός κρασιού από χρονιά σε χρονιά. Το ίδιο αμπέλι, την μια χρονιά μπορεί να δώσει σταφύλια με κακή ωρίμανση, ενώ την επόμενη να δώσει σταφύλια με εξαιρετική ωρίμανση. Το κλίμα είναι εκείνο που προσδιορίζει την τοποθεσία για την εγκατάσταση του αμπελώνα, αλλά και ποια ποικιλία μπορεί να ευδοκιμήσει σε μια δεδομένη περιοχή (Δημητράκη, 2010).

Όσον αφορά το έδαφος το αμπέλι προσαρμόζεται σε διάφορες κατηγορίες εδαφών. Η κάθε ποικιλία όμως που καλλιεργείται σε μια περιοχή, αποδίδει καλύτερα στο κατάλληλο για την ίδια έδαφος. Στο έδαφος μας ενδιαφέρει η τοπογραφία, η έκθεση, η δομή, η φυσικοχημική σύσταση και το βάθος (Παναγόπουλος, 2007). Το αμπέλι ευδοκίμει κυρίως σε εδάφη ημι-ελαφρά, βαθιά και φτωχά σε οργανικές ουσίες, κατά προτίμηση με πλούσιο ασβεστώδες υπόστρωμα. Οι καλύτερες καρποφορίες επιτυγχάνονται πράγματι σε ασβεστώδη εδάφη. Τα πετρώδη εδάφη, είναι τα πιο ζεστά και την άνοιξη προωθούν την πρόωρη φυτική δραστηριότητα του αμπελιού ενώ τα κρύα, αμμώδη και τα πλούσια σε υγρασία αργιλώδη εδάφη πρέπει να αποφεύγονται διότι εμποδίζουν τη φυσιολογική ανάπτυξη του αμπελιού παρουσιάζοντας ελλιπή και χαμηλής αξίας παραγωγή (Παναγόπουλος, 2007).

Εξίσου σημαντικό είναι και το χημικό υπόστρωμα του εδάφους. Εκτός από τα μακροστοιχεία (άζωτο, φώσφορο και κάλιο), τα μικροστοιχεία όπως το βόριο, ο ψευδάργυρος, ο σίδηρος, το μαγγάνιο, ο μόλυβδος, το μολυβδαίνιο κτλ., παρότι απορροφώνται σε μικρές ποσότητες, αποδεικνύονται αναγκαία για την φυτική ανάπτυξη του αμπελιού και των χαρακτηριστικών του κρασιού (Τσέτουρα, 2009). Για παράδειγμα το μαγγάνιο συμβάλλει στο άρωμα και την απόχρωση του κρασιού, το βόριο είναι απαραίτητο για την καλή φυτική ανάπτυξη, ο ψευδάργυρος και ο χαλκός εξισορροπούν τη φυτική δραστηριότητα και επιδρούν στην καρποφορία ενώ η ανεπαρκής απορρόφηση του σιδήρου εκδηλώνεται με την χλώρωση, θέτοντας σε κίνδυνο την παραγωγή σταφυλιού (Τσέτουρα, 2009).

Τέλος, ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν είναι το pH, το οποίο για μια σωστή εδαφική ισορροπία πρέπει να είναι ουδέτερο ή ελαφρά αλκαλικό, δηλαδή μεταξύ 6,5 και 7,5 (Τσακίρης, 2011).

1.4 Οι ποικιλίες

Μια ποικιλία έχει ως χαρακτηριστικά την παραγωγικότητα, τη γονιμότητα, τη ζηρηρότητα, την ευρωστία και την ανθεκτικότητα. Η παραγωγικότητα επηρεάζεται από την ανθρώπινη επέμβαση, ενώ η γονιμότητα και η ζηρηρότητα είναι θέμα της ποικιλίας και των εδαφοκλιματικών συνθηκών του τόπου (Παναγόπουλος, 2007).

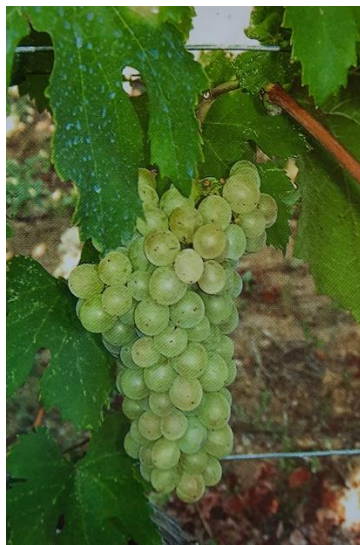
Για τη φύτευση του αμπελώνα, ο αμπελουργός θα πρέπει να επιλέξει την ποικιλία σε σχέση με τους προσδοκώμενους στόχους του. Έτσι λοιπόν συνιστάται η επιλογή μεταξύ λίγων ποικιλιών εξαιρετικής ποιότητας ώστε να εξασφαλισθεί μια οικονομική ασφάλεια στην εμπορική αξία του τελικού προϊόντος (Νικολάου, 2011). Τα κύρια κριτήρια επιλογής των ποικιλιών είναι αγρονομικού τύπου, δηλαδή ποικιλίες συμβατές με το κλίμα και το έδαφος, οικονομικού τύπου δηλαδή ποικιλίες που ακολουθούν τη ζήτηση και την τάση της αγοράς και τέλος νομοθετικού τύπου δηλαδή με σεβασμό των κανονισμών που αφορούν σε εγκεκριμένες ή συστημένες ποικιλίες (Νικολάου, 2011).

Στις οινοποιήσιμες ποικιλίες η ποιότητα φαίνεται στο τελικό προϊόν, το κρασί. Φυσικά η περιεκτικότητα σε σάκχαρα και οξέα και η ύπαρξη αρώματος παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην ποιότητα των σταφυλιών, που θα αποτελέσουν την πρώτη ύλη για την παραγωγή ενός τυποποιημένου κρασιού.

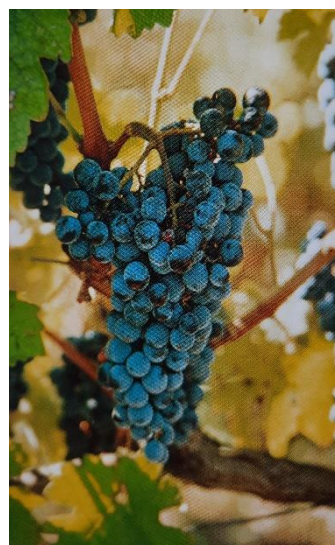
Οι πιο σημαντικές λευκές ποικιλίες είναι οι: Αθήρι, Ασύρτικο, Μοσχάτο, Σαββατιανό, Μοσχοφίλερο. Οι πιο σημαντικές ερυθρές ποικιλίες είναι: Αγιωργήτικο, Μανδηλαριά, Μαυροδάφνη, Ξινόμαυρο. Οι πιο σημαντικές ποικιλίες ξενικής προέλευσης είναι: Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Merlot, Syrah.



Εικόνα 4: Μανδηλαριά. Πηγή:
Νικολάου, 2011

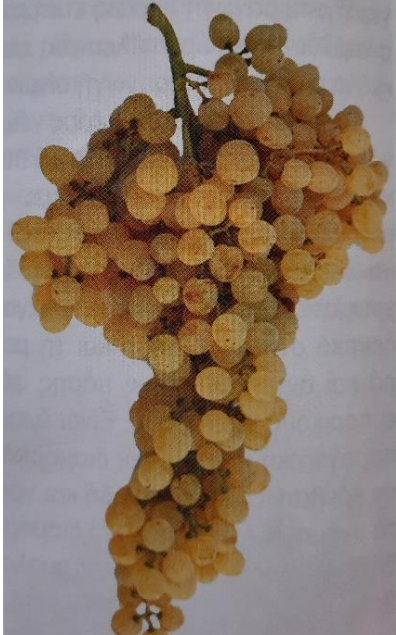


Εικόνα 5: Αθήρι. Πηγή:
Τσέτουρας, 2009

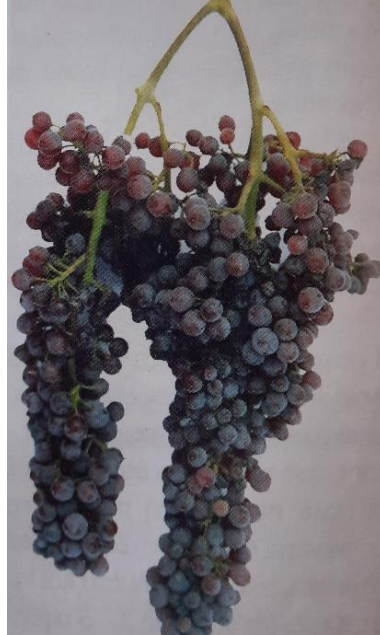


Εικόνα 6: Merlot. Πηγή:
Τσέτουρας, 2009

Στις επιτραπέζιες ποικιλίες από την άλλη η ποιότητα εξαρτάται από την εμφάνιση των σταφυλιών, από την σχέση των σακχάρων προς τα οξέα, από τη γεύση και την υφή της σάρκας, την ύπαρξη ή όχι γιγάρτων κτλ. Οι πιο σημαντικές επιτραπέζιες ποικιλίες είναι η Σουλτανίνα, η Κορινθιακή κ.α.



Εικόνα 7: Σουλτανίνα. Πηγή:
Νικολάου,2009



Εικόνα 8: Κορινθιακή. Πηγή:
Νικολάου,2009

2. Δυσμενείς Θερμοκρασίες

Η θερμοκρασία διαδραματίζει όπως είναι γνωστό, σπουδαίο ρόλο στις φυσιολογικές διεργασίες του φυτικού οργανισμού. Το όριο αυτό κυμαίνεται από καλλιέργεια σε καλλιέργεια και φυσικά αν ξεπεραστεί, είτε προς τα επάνω είτε προς τα κάτω τότε μοιραία συμβαίνουν βλάβες στα φυτά. Τα φυτά αναπτύσσονται και επιβιώνουν κανονικά σε θερμοκρασίες από 1 έως 40 °C με καλύτερο το εύρος θερμοκρασιών από 15 έως 30 °C (Cameron *et al*, 2021). Ανάλογα με το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης του φυτού εμφανίζεται και το ποσοστό ευαισθησίας του σε ακραίες τιμές της θερμοκρασίας. Έχουν παρατηρηθεί βέβαια και περιπτώσεις πολυετών φυτών και οργάνων ετήσιων φυτών σε λήθαργο που μπορούν να επιβιώσουν σε θερμοκρασίες με αρκετά μεγάλη απόκλιση από το συνηθισμένο εύρος της θερμοκρασίας (Cogato *et al*, 2021). Οι νεαροί όμως αναπτυσσόμενοι ιστοί των περισσότερων φυτών είναι τις περισσότερες φορές αρκετά ευπαθής σε ακραίες θερμοκρασίες, εκτός δηλαδή των καθορισμένων ορίων (Bucur and Bades, 2016). Οι κατώτερες και οι ανώτερες θερμοκρασίες όπου μπορούν τα φυτά να αναπτύσσονται φυσιολογικά, ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με το είδος του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης και το χρονικό διάστημα που βρίσκεται το φυτό κατά τη διάρκεια χαμηλών ή υψηλών θερμοκρασιών (Lopes *et al*, 2014).

Πολλές ανασκοπήσεις έχουν ασχοληθεί με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη σύνθεση του σταφυλιού και του κρασιού, όπου η θερμοκρασία είναι ένας από τους πολλούς παράγοντες. Η επίδραση της θερμοκρασίας στη σύνθεση του σταφυλιού και στα χαρακτηριστικά του κρασιού έχει αναγνωριστεί ιστορικά, στο βαθμό που οι ποικιλίες συχνά ταξινομούνται ως προς τις θερμικές τους απαιτήσεις και το επικρατούν θερμικό καθεστώς είναι κρίσιμο για τον χαρακτηρισμό τόσο των κρασιών όσο και των οиноπαραγωγικών περιοχών παγκοσμίως (Stern, 2018). Η θερμοκρασία περιβάλλοντος ρυθμίζει τη σύνθεση των σταφυλιών, και γι' αυτό είναι σημαντική η ερευνητική προσπάθεια για τη διερεύνηση της σύνδεσης μεταξύ της θερμοκρασίας, της σύνθεσης των σταφυλιών και των χαρακτηριστικών του κρασιού.

Πίνακας 2. Ιδανικές θερμοκρασίες ανά ποικιλία

Ποικιλία	Εύρος θερμοκρασιών °C
Pinot Noir	14- 16,2
Chardonnay	14,05- 17,15
Sauvignon Blanc	14,65- 17,7
Merlot	16- 18,8
Syrah	16,15- 19,15
Cabernet Sauvignon	16,4- 19,85

Πηγή: Καρτάλης, 2017

Υπάρχουν διάφορες πτυχές της θερμοκρασίας που σχετίζονται με την παραγωγή σταφυλιού και κρασιού, ανάλογα και με τα φαινολογικά στάδια της αμπέλου. Η εκβλάστηση, η ανθοφορία, ο περκασμός (που ορίζεται ως η έναρξη της ωρίμανσης όπως σηματοδοτείται από την αλλαγή του χρώματος και το μαλάκωμα των καρπών του σταφυλιού) και η ωρίμανση είναι βασικά στάδια στον ετήσιο κύκλο ζωής της αμπέλου (Venios *et al*, 2020). Ο χρόνος των φαινολογικών σταδίων για τα αμπέλια ποικίλλει μεταξύ των εποχών και ελέγχεται σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές συνθήκες. Παρά την εποχιακή αυτή διακύμανση, έχει αναφερθεί γενική πρόοδος στο χρονοδιάγραμμα τριών από των παραπάνω φαινολογικών σταδίων της αμπέλου, της άνθησης, της ωρίμανσης και της ωριμότητας με τη θερμοκρασία να είναι ο κύριος μοχλός για αυτές τις αλλαγές. Η κατάσταση για την έκπτυξη των οφθαλμών και των βλαστών ήταν λιγότερο σαφής και πιο περίπλοκη με τις παρατηρούμενες αλλαγές στο χρόνο έκπτυξης να ποικίλουν (Venios *et al*, 2020).

2.1 Υψηλές θερμοκρασίες

Στα φυτά γενικότερα προκαλούνται ταχύτερα και σε μεγαλύτερο βαθμό βλάβες, όταν η θερμοκρασία γίνει μεγαλύτερη από το μέγιστο όριο για την ανάπτυξή τους, παρά όταν είναι μικρότερες από το ελάχιστο όριο. Θερμοκρασίες που υπερβαίνουν το

όριο αντοχής του φυτού μπορούν να προκαλέσουν ζημιές που αρχίζουν από ελαφρό μαρασμό των φύλλων και φθάνουν μέχρι και σε καψάλισμα, αφυδάτωση των καρπών και ενίοτε θάνατο από θερμοπληξία (Cameron *et al*, 2022). Η επίδραση των θερμοκρασιών αυτών γίνονται είτε λόγω έντονης διαπνοής και έλλειψης νερού στον εδαφικό ορίζοντα ή αλλοίωσης του κυτταρικού χυμού (πρωτεΐνες) λόγω απότομης ανόδου της θερμοκρασίας (πάνω από 50 °C). Το τελευταίο συμβαίνει ιδιαίτερα με θερμά ρεύματα αέρος ιδιαίτερα με Ν.Δ. κατεύθυνση (λίβας; Τζάμος, 2007). Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα είναι ο αιφνίδιος μαρασμός των φύλλων ιδιαίτερα των κορυφαίων, τα οποία αργότερα, ανάλογα από τη διάρκεια του θερμού ρεύματος, μπορεί να παρουσιάζουν μόνιμο μαρασμό και ξηράνσεις, παρόμοιες με εκείνες που παρατηρούνται σε περίπτωση ξηρασίας. Τέτοιες περιπτώσεις ζημιών είναι πιο συνηθισμένες στις αμπελουργικές περιοχές της Δ. Πελοποννήσου που η πνοή θερμών Ν.Δ. ανέμων είναι συχνή τους θερινούς μήνες. Παρόλα αυτά, η εμφάνιση τόσο υψηλών θερμοκρασιών γίνεται σπάνια στη φύση (Agrios, 2017).

Η σχετικά πρόσφατη τάση προς υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες καλλιεργητικής περιόδου σε αμπελουργικές περιοχές υψηλής ποιότητας σε όλο τον κόσμο έχει αυξήσει τη σημασία της κατανόησης των αμπελουργικών συνεπειών αυτών των θερμοκρασιακών μεταβολών (Bonada *et al*, 2014). Συγκεκριμένα, μια απότομη άνοδος της θερμοκρασίας μετά από περίοδο ταχείας βλάστησης μπορεί να προκαλέσει αποξήρανση κορυφών των κληματίδων ή και μεγαλύτερων μερών του πρέμνου. Η ζημιά γίνεται ακόμα μεγαλύτερη, όταν πνέουν ξηροί άνεμοι και το έδαφος είναι πολύ ξηρό (Bonada *et al*, 2014). Σε αρκετές ποικιλίες έχει παρατηρηθεί πως οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν την εμφάνιση στις ράγες κηλίδων διαφόρου μεγέθους και σχήματος, το λεγόμενο ηλιοκάμα (Bucur and Bades, 2016).

Ζημιές από ηλιοκάματα είναι συνηθισμένα σε καρπούς και ράγες που δεν προστατεύονται από το φύλλωμα είτε γιατί προηγήθηκε έντονο ξεφύλλισμα ή φυλλόπτωση από διάφορα αίτια. Οι ράγες παρουσιάζουν κάποιες κηλίδες οι οποίες εμφανίζονται συνήθως στη μια πλευρά που είναι εκτεθειμένη στον ήλιο, είναι λίγο βυθισμένες και το χρώμα τους είναι πράσινο ή ερυθροκαστανό ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης που βρίσκονται (Τζάμος, 2007). Οι ράγες αυτές αν δεν ξεραθούν, ωριμάζουν αλλά είναι ποιοτικά υποβαθμισμένες με υπόξινη γεύση. Ιδιαίτερα επιβλαβή είναι τα

ηλιοκάματα στη Μαύρη Κορινθιακή σταφίδα, όπου οι ράγες παίρνουν ένα ερυθρό χρωματισμό που υποβαθμίζει την ποιότητα της σταφίδας και ταξινομείται στην κατώτερη ποιότητα ή ακόμα διατίθεται μόνο για οινοπνευματοποίηση (Ρούμπος, 2003).



Εικόνα 9: Ηλιοκάματα. Πηγή: Ρούμπος, 2003

Όταν οι ακραίες θερμοκρασίες (ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 35°C) συμπεριλήφθηκαν σε μια μελέτη που προέβλεπε τις επιπτώσεις της μελλοντικής κλιματικής αλλαγής στην παραγωγή αμπέλου στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι περιοχές που επί του παρόντος είναι οριακά κατάλληλες για αμπελοκαλλιέργεια σχεδόν εξαλείφθηκαν, ενώ η έκταση της καλλιέργειας σταφυλιών υψηλής ποιότητας μειώθηκε έως και 81% (Naude *et al*, 2019). Ενώ η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της καλλιεργητικής περιόδου είναι πιθανό να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοση και την ποιότητα των καλλιεργειών, σύντομα επεισόδια ακραίων θερμοκρασιών αναμένεται να είναι ακόμη πιο επιζήμια ιδιαίτερα σε βασικά φαινολογικά στάδια ανάπτυξης των φυτών όπως η ανθοφορία και η καρπόδεση (Luscher *et al*, 2016).

Μελέτες για την αναπαραγωγική ανάπτυξη των αμπέλων σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα έχουν δείξει ότι οι υψηλές θερμοκρασίες είναι επιζήμιες για την αναπαραγωγή και κατά συνέπεια την απόδοση. Μετά από μια σύγκριση που πραγματοποιήθηκε σε δείγματα πριν και μετά την έκθεση τους σε υψηλές θερμοκρασίες για περίπου δύο εβδομάδες παρατηρήθηκε πως ο αριθμός των ανθέων ανά ταξιανθία ήταν 18% λιγότερος από ότι θα ήταν σε φυσιολογικές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος (Delay *et al*, 2015). Παρόμοια αποτελέσματα λήφθηκαν από τους Keller *et al*. (2010), οι οποίοι βρήκαν σχεδόν κατά το ένα τρίτο μείωση των ανθέων ανά ταξιανθία όταν εκτέθηκαν σε θερμότερες συνθήκες (έως 40°C).

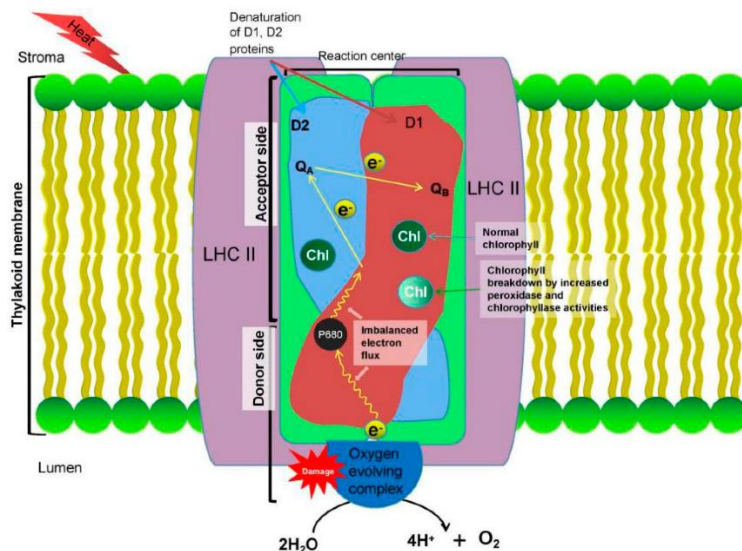
Ακόμα μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε τέσσερις κλιματικά διαφορετικούς αμπελώνες στη Βικτώρια της Αυστραλίας που περιλάμβαναν 15 ποικιλίες, διάρκειας 7 ετών, 2012–2018, επικεντρώθηκε στη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ της θερμοκρασίας και των φαινολογικών διαστημάτων μεταξύ της εκβλάστησης, της ανθοφορίας, της ωρίμανσης του σταφυλιού και της ωριμότητας, για να προσδιορίσει το διάστημα που επηρεάζεται περισσότερο από τη μεταβολή της θερμοκρασίας (Cameron *et al*, 2021). Το διάστημα μεταξύ της εκβλάστησης και της ανθοφορίας μειώθηκε σημαντικά περισσότερο από τα επόμενα διαστήματα μεταξύ της ανθοφορίας και της ωρίμανσης, σε σχέση με τη μέση ημερήσια θερμοκρασία την άνοιξη. Αυτό έδειξε ότι ο κύριος μοχλός της προόδου της ωριμότητας του σταφυλιού, ήταν η συντόμευση του διαστήματος εκβλάστησης έως την άνθηση (Cameron *et al*, 2021).

2.1.1 Επίδραση της υψηλής θερμοκρασίας στην φωτοσύνθεση

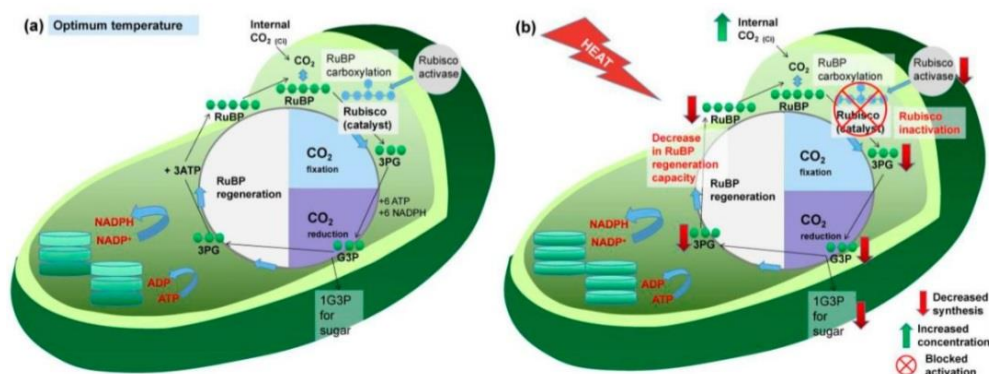
Μια από τις κύριες φυσιολογικές λειτουργίες που επηρεάζεται άμεσα και σε μεγάλο βαθμό από τις υψηλές θερμοκρασίες είναι η φωτοσύνθεση. Έχει παρατηρηθεί πως υπάρχει σημαντική μείωση όταν η θερμοκρασία αυξάνεται πάνω από τα επιτρεπτά όρια, το οποίο φυσικά αλλάζει από είδος σε είδος. Στο αμπέλι συγκεκριμένα η ιδανική θερμοκρασία για την φωτοσύνθεση είναι μεταξύ 25 και 35°C (Cogato *et al*, 2021). Όταν λοιπόν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 35°C ενεργοποιούνται άμεσα μηχανισμοί εγκλιματισμού στη θερμότητα. Στις περιπτώσεις που η θερμοκρασία ξεπεράσει κατά πολύ τα βέλτιστα όρια, δηλαδή περάσει τους 40 °C, τότε η φωτοσύνθεση επηρεάζεται αρκετά λόγω της διαταραχής της φωτοσυνθετικής λειτουργίας (Cogato *et al*, 2021).

Αρκετές μελέτες που έγιναν προκειμένου να παρατηρηθεί ο ρυθμός φωτοσύνθεσης στα αμπελόφυλλα σε θερμοκρασίες μεταξύ 20 και 40 °C έδειξαν πως συγκριτικά με τους 25 °C ο μέσος ρυθμός φωτοσύνθεσης (Ph) μειώθηκε όταν αυξήθηκε η θερμοκρασία και έως και 60% στους 45 °C. Βέβαια ο βαθμός καταπόνησης λόγω υψηλών θερμοκρασιών αλλάζει ανάλογα με την κάθε ποικιλία (Stern *et al*, 2018).

Ένας ακόμη λόγος της μείωσης της φωτοσύνθεσης θα μπορούσε να είναι οι διαταραχές των βιοχημικών διεργασιών. Ειδικότερα θα μπορούσε να είναι η μείωση της δυνατότητας αναγέννησης της 1,5- διφωσφορικής ριβουλόζης (RuBP) και η ενεργοποίηση της διφωσφορικής ριβουλόζης καρβοξυλάσης/ οξυγενάσης (Rubisco), όπως μπορούμε να διακρίνουμε στο σχήμα 1 (Venios *et al*, 2020). Το πιο ευαίσθητο σύστημα της αμπέλου στο θερμικό στρες θεωρείται το Photosystem II (PSII) το οποίο τις περισσότερες φορές αναστέλλεται ή καταστρέφεται πριν διαταραχθούν οι υπόλοιπες κυτταρικές λειτουργίες. Αποτελείται από ένα σύμπλεγμα πρωτεϊνών, που περιλαμβάνουν τις D1 και D2, και είναι υψίστης σημασίας για την μεταφορά των ηλεκτρονίων κατά το φωτοχημικό στάδιο της φωτοσυνθετικής οδού. Αυτές οι πρωτεΐνες μόλις εκτεθούν σε υψηλές θερμοκρασίες, από λίγα λεπτά έως και μερικές ώρες, μετουσιώνονται και δημιουργείται σοβαρή βλάβη στο PSII (εικόνα 10) (Venios *et al*, 2020). Ακόμη και σε σύντομα χρονικά διαστήματα (π.χ. 15 λεπτά) η έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες όπως 40 °C είναι δυνατόν να προκαλέσουν σοβαρές και μη αναστρέψιμες βλάβες στο PSII των αμπελόφυλλων. Ωστόσο έχει παρατηρηθεί πως το φωτοσύστημα I (PSI) είναι αρκετά πιο σταθερό στη θερμότητα από το PSII (Venios *et al*, 2020).



Εικόνα 10: Το Photosystem II (PSII) θεωρείται το πιο ευαίσθητο φυσιολογικό σύστημα της αμπέλου στη θερμική καταπόνηση. Οι ακραίες υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν διάσπαση στο σύμπλεγμα ανάπτυξης οξυγόνου (OEC), το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την αναστολή της μεταφοράς ηλεκτρονίων από τον OEC προς την πλευρά αποδέκτη του PSII. Τα D1 και D2 είναι ευαίσθητα στην απενεργοποίηση της θερμότητας και υπό καθεστώς υψηλής θερμοκρασίας, η αποικοδόμηση της χλωροφύλλης συμβαίνει λόγω της αυξημένης δραστηριότητας της υπεροξειδάσης και της χλωροφυλλάσης. Πηγή: Venios *et al*, 2020



Σχήμα 1: (α) Ο χλωροπλάστης λειτουργεί υπό τη βέλτιστη θερμοκρασία. (β) διαταραχές βασικών βιοχημικών διεργασιών των χλωροπλάστων σε αμπελόφυλλα υπό θερμική καταπόνηση. Πηγή: Venios *et al*, 2020

2.1.2 Επιδράσεις στην διαπνοή των φυτών

Οι υψηλές θερμοκρασίες στον αμπελώνα συχνά συνοδεύονται από εποχική ξηρασία κάτι το οποίο προκαλεί σοβαρό πρόβλημα στην ανάπτυξη της αμπέλου. Ένας πρωταρχικός τρόπος άμυνας από πιθανή αποξήρανση είναι το κλείσιμο των στομάτων. Παρόλα αυτά η διαδικασία της διαπνοής θεωρείται αναντικατάστατη διότι μέρος της ενέργειας της ακτινοβολίας μετατρέπεται σε λανθάνουσα θερμότητα κατά το άνοιγμα των στομάτων (Sadras *et al*, 2013). Ο ρυθμός της διαπνοής αυξάνεται όταν αυξάνει η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ειδικά κατά την εποχή της ανάπτυξης του φυτού κάτι το οποίο είναι απαραίτητο προκειμένου να διατηρηθεί η θερμοκρασία των φυτών κάτω από τα μέγιστα επιτρεπτά όρια. Και σε περιπτώσεις χαμηλού ρυθμού διαπνοής είναι δυνατόν να προκληθεί μερική πτώση της θερμοκρασίας στα αμπέλόφυλλα. Έπειτα από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες ποικιλίες αμπελιού, είτε κόκκινες είτε λευκές, παρατηρήθηκε πως οι ρυθμοί διαπνοής άλλοτε ακολουθούν γραμμικά την αύξηση της θερμοκρασίας και άλλοτε η αύξηση τους μπορεί να είναι κατακόρυφη έως και τέσσερις φορές με την αύξηση της θερμοκρασίας (Venios *et al*, 2020).

2.1.3 Επίδραση στη σύνθεση των ραγών του σταφυλιού

Η χημική σύνθεση των ραγών του σταφυλιού θεωρείται αρκετά περίπλοκη καθώς περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό ποικίλων ενώσεων με κυριότερα το νερό, διάφορα ζυμώσιμα σάκχαρα, οργανικά οξέα, μέταλλα, ενώσεις αζώτου, πηκτίνες και φαινολικές και αρωματικές ενώσεις. Το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής έχει μετατοπίσει κατά πολύ το εύρος των θερμοκρασιών στις διάφορες αμπελουργικές ζώνες, προκαλώντας έτσι αλλαγές στη χημική σύνθεση των ραγών (Venios *et al*, 2020).

Ο ρυθμός μεταβολισμού των σταφυλιών είναι άμεσα συνδεδεμένος με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Οι αυξημένες θερμοκρασίες δημιουργούν διαταραχές στις διαδικασίες μεταβολισμού των σταφυλιών, οδηγώντας έτσι σε σοβαρές αλλοιώσεις στη βιοσύνθεση σημαντικών ενώσεων που παίζουν βασικό ρόλο στην ποιότητα του γλεύκους των σταφυλιών (Τσακίρης, 2014). Ειδικότερα, με την μεγάλη αύξηση της θερμοκρασίας είναι αναμενόμενο να προκληθεί μείωση της οξύτητας και αύξηση των σακχάρων στις ράγες, με αποτέλεσμα μη ισορροπημένα

κρασιά που θα έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλ και έλλειψη φρεσκάδας και αρωμάτων. Επιπλέον, από τις υψηλές θερμοκρασίες αναμένεται και σημαντική μείωση σε ανθοκυανίνες στο κρασί (Τσακίρης, 2014; Puckette, 2015).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η διαρκής άνοδος της θερμοκρασίας τις τελευταίες δεκαετίες, προκαλεί αύξηση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα και κατ' επέκταση κρασιά με αυξημένη περιεκτικότητα αιθανόλης. Κοντά στην δεκαετία του 1980 η περιεκτικότητα αιθανόλης στα κρασιά βρισκόταν στο 11%-12% vol ενώ πλέον έχουν φτάσει στο 13%-14% vol. Σοβαρό πρόβλημα παρουσιάζεται και με την μείωση της οξύτητας λόγω υψηλών θερμοκρασιών καθώς ο ρόλος της στην οινοποίηση είναι από τους σημαντικότερους, διότι επηρεάζει άμεσα την γεύση του κρασιού. Το τρυγικό και το μηλικό οξύ είναι τα κύρια οργανικά οξέα τα οποία αποτελούν το 80% της ολικής περιεκτικότητας σε οργανικό οξύ (Venios *et al*, 2020). Στις υψηλές θερμοκρασίες κατά το στάδιο της ωρίμανσης, τα επίπεδα καλίου στις ράγες αυξάνονται, αυξάνοντας και την τιμή του pH και προκαλώντας τελικά την μείωση της συνολικής οξύτητας. Επίσης, με την άνοδο της θερμοκρασίας το μηλικό οξύ μεταβολίζεται ταχύτερα από το τρυγικό οξύ. Ιδανικότερες συνθήκες για το μηλικό οξύ είναι 20-25°C ενώ υπάρχει πολύ μεγάλη πτώση πάνω από 40 °C (Venios *et al*, 2020). Ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζεται από τις υψηλές θερμοκρασίες είναι η αναλογία σακχάρου-οξέος. Σε αυξημένες θερμοκρασίες η παραγωγή σακχάρων είναι μεγαλύτερη ενώ τα οξέα μειώνονται δραματικά. Ως αποτέλεσμα στα σταφύλια υπάρχει χαμηλότερη οξύτητα σε ίδιο αριθμό σακχάρων, καλλιεργούμενα σε θερμές συνθήκες (Τσακίρης, 2014).

Η θερμική καταπόνηση δημιουργεί προβλήματα και στο σχηματισμό ανθοκυανινών και γευστικών ενώσεων στα σταφύλια. Οι κατάλληλες θερμοκρασιακές τιμές για τις περισσότερες ποικιλίες στο στάδιο της ωρίμανσης των σταφυλιών για τον καλύτερο σχηματισμό αρωματικών ενώσεων είναι κοντά στους 20-22 °C (Stern, 2018). Όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 30 °C έχουμε μείωση στο σχηματισμό χρώματος ενώ όταν ξεπεράσει και τους 37 °C έχουμε μειωμένο χρώμα στα σταφύλια και αυξημένη εξάτμιση των αρωματικών ενώσεων (Stern, 2018). Οι ανθοκυανίνες βρίσκονται στην φλούδα των κόκκινων σταφυλιών και είναι υπεύθυνες για τον χρωματισμό των σταφυλιών. Έτσι εφόσον οι ανθοκυανίνες επηρεάζονται άμεσα από την άνοδο της θερμοκρασίας είναι αναμενόμενο να επηρεάζεται και ο χρωματισμός των σταφυλιών (Τσακίρης, 2014).

3. Χαμηλές θερμοκρασίες

Οι ζημιές που οφείλονται σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι συχνότερες, εντονότερες και πλέον πιο εκτεταμένες σε σύγκριση με τις ζημιές των υψηλών θερμοκρασιών. Θερμοκρασίες κάτω του σημείου παγετού προκαλούν ποικίλες βλάβες στα φυτά (Τζάμος, 2007). Επιζήμια θεωρείται και η πτώση της θερμοκρασίας μετά από συνεχόμενο ήπιο καιρό. Βέβαια, η ζημιά αυτή εξαρτάται από το πόσο χαμηλή θα είναι η θερμοκρασία, για πόσο χρονικό διάστημα θα διατηρηθεί σε χαμηλό επίπεδο και πόσο απότομη θα είναι στη συνέχεια η άνοδός της (Τζάμος, 2007).

Μερικές φορές συμβαίνουν μικρές ζημιές από θερμοκρασίες, χαμηλές μεν που όμως δεν έπεσαν κάτω από τους 0°C. Αυτό συμβαίνει κυρίως στις περιπτώσεις που παρατηρείται αιφνίδια και απότομη πτώση της θερμοκρασίας κατά πολλούς βαθμούς. Στην περίπτωση αυτή είναι πιθανό να παρατηρηθεί ένας αντιστρεπτός μαρασμός των φύλλων, που συνήθως δεν έχει σοβαρή συνέχεια. Εάν όμως η θερμοκρασία πέσει κάτω από τους 0 °C και η διάρκεια της χαμηλής αυτής θερμοκρασίας είναι μεγάλη, τότε ανάλογα με τον βαθμό πτώσης παρατηρούνται ζημιές από ελαφρές μέχρι πολύ σοβαρές (Agrinos, 2017).

Ζημιές από το ψύχος μπορεί να προκληθούν κατά την διάρκεια της άνοιξης, όταν δηλαδή αρχίζει η περίοδος της νέας εκβλάστησης, κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου λόγω των πρώιμων παγετών και κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, όπου να πρέμνα βρίσκονται σε λήθαργο. Η τρυφερή βλάστηση και τα άνθη βλάπτονται σε θερμοκρασίες -1 °C μέχρι 3 °C. Τα πρέμνα που βρίσκονται σε λήθαργο ζημιώνονται σε θερμοκρασίες που φτάνουν τους -12 °C (Agrinos, 2017).

Οι ζημιές από τον παγετό οφείλονται είτε σε απ' ευθείας πήξη του νερού μέσα στο κύτταρο, οπότε το πρωτόπλασμα αποδιοργανώνεται και το κύτταρο νεκρώνεται, είτε σε πήξη του νερού στους μεσοκυττάριους χώρους οπότε το νερό του κυττάρου εξέρχεται συνεχώς προς τους μεσοκυττάριους χώρους και το κύτταρο τελικά υφίσταται πλήρη αφυδάτωση, με συνέπεια την απώλεια σπαργής, το μαρασμό και τον θάνατο (Τζάμος, 2007). Αν η κατάσταση αυτή δεν διατηρηθεί για πολύ και η απόψυξη γίνει με βραδύτητα, τότε ο πάγος των μεσοκυττάριων χώρων τήκεται σιγά σιγά, το νερό μπαίνει πάλι στα κύτταρα και ο μαρασμός εξαφανίζεται. Αν αντιθέτως η απόψυξη γίνει πολύ γρήγορα, λόγω απότομης ανόδου της θερμοκρασίας, τότε το νερό μπαίνει ορμητικά

στο κύτταρο και προκαλεί διάρρηξη και καταστροφή με συνέπεια το θάνατο. Αυτής της τελευταίας μορφής βλάβης παρατηρούνται συνήθως στους ανοιξιάτικους παγετούς, με σοβαρές συνέπειες πολλές φορές (Τζάμος, 2007).



Εικόνα 11: Νέκρωση αμπελώνων λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Πηγή: Ρούμπος, 2003

Ένας ακόμη τρόπος που οι χαμηλές θερμοκρασίες μπορούν να επιδράσουν αρνητικά, είναι στο έδαφος, όταν η χαμηλή θερμοκρασία αναστέλλει την απορρόφηση νερού από τις ρίζες, οπότε σε περίπτωση υψηλής θερμοκρασίας αέρος και έντονης διαπνοής το φαινόμενο μπορεί να οδηγήσει ακόμη και στο θάνατο. Αυτό είναι κάτι χαρακτηριστικό σε πολύ θερμές καλοκαιρινές μέρες όταν γίνει πότισμα με πολύ ψυχρό νερό (Minton *et al*, 2017).

Οι θερμοκρασίες παγετού, δηλαδή οι χαμηλότερες από 0 °C, εξετάζονται ιδιαίτερα στο αμπέλι σε τρεις βασικές περιόδους. Την άνοιξη, αργά το φθινόπωρο και το χειμώνα. Γενικότερα στην Ελλάδα, οι ζημιές από παγετό εξαρτώνται από τις περιοχές που καλλιεργείται το αμπέλι και συγκεκριμένα των θέσεων σε κάθε περιοχή, των ποικιλιών και των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν κάθε χρόνο. Πάντως στη χώρα μας οι παγετοί της άνοιξης είναι οι πιο επικίνδυνοι που προκαλούν τις σημαντικότερες ζημιές (Τζάμος, 2007).



Εικόνα 12: Καφέτσιασμα του ξύλου πρέμνου λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Πηγή:
Ρούμπτος, 2003

3.2 Εαρινοί παγετοί

Εαρινοί παγετοί θεωρούνται εκείνοι που πραγματοποιούνται την περίοδο από το φούσκωμα των οφθαλμών και αργότερα. Στην περίοδο αυτή θερμοκρασίες $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ και χαμηλότερες είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες γιατί μπορούν να καταστρέψουν τους πρώτους οφθαλμούς, οπότε η συγκομιδή πλέον να βασίζεται στους δευτερεύοντες οφθαλμούς και είναι οπωσδήποτε κατώτερη (Minton *et al*, 2017). Εάν ο παγετός συμβεί μετά το φούσκωμα των οφθαλμών και πριν την έκπτυξή τους, τότε οι οφθαλμοί μαυρίζουν, καταστρέφονται και δεν εκπτύσσονται. Φυσικά η ζημιά είναι ανάλογη του αριθμού των καταστραφέντων οφθαλμών. Αν ο παγετός συμβεί μετά την έκπτυξη των οφθαλμών τότε η ζημιά είναι ανάλογη με το χρόνο που έγινε ο παγετός, τις ώρες που κράτησε αλλά και το στάδιο που βρίσκονται οι νεαροί βλαστοί (Perry, 2010). Χαρακτηριστικό πάντως μιας παγετοπληξίας είναι η εμφάνιση των συμπτωμάτων καθολικά και σε όλη την πληγείσα περιοχή. Οι νεαροί βλαστοί παρουσιάζουν τις πρώτες ώρες μετά τον παγετό έντονο μαρασμό και 2-3 μέρες μετά παίρνουν χρώμα καστανό ανοικτό και μοιάζουν σαν να έχουν βράσει. Η τελική κατάληξη είναι η αποξήρανση των νεαρών βλαστών. Εάν ο παγετός δεν είναι τόσο έντονος τότε καταστρέφονται μόνο οι επιφανειακοί ιστοί και εμφανίζονται επιμήκεις κυρίως ρωγμές οι οποίες αποφελλώνονται με την ανάπτυξη επουλωτικού φελλώδους ιστού (Perry, 2010).

Τα φύλλα συστρέφονται και ανάλογα με την ένταση του παγετού εμφανίζουν μερικές ή καθολικές νεκρώσεις. Αν οι νεκρώσεις είναι σε τμήματα των ιστών του ελάσματος εμφανίζονται κατσαρώματα τα οποία μοιάζουν με εκείνα που προκαλούνται από το ωίδιο ή από κάποια ίωση (Minton *et al*, 2017). Συνήθως παγετοί που μπορούν να θίξουν τους οφθαλμούς πριν εκπτυχθούν συμβαίνουν από το δεύτερο δεκαήμερο του Μάρτη, που στις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές της χώρας μας έχει αρχίσει το φούσκωμα των οφθαλμών, μέχρι το πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου, που αρχίζει η έκπτυξη πλέον. Από το διάστημα αυτό μέχρι τις πρώτες ημέρες του Μαΐου οι παγετοί, οπωσδήποτε ηπιότεροι, βλάπτουν πλέον τη νεαρή βλάστηση. Προστασία από τους εαρινούς αυτούς παγετούς σε περιοχές που είναι συμπτωματικοί δεν μπορεί ασφαλώς να συζητηθεί. Σε περιοχές όμως που οι παγετοί αυτοί παρουσιάζουν κάποια σταθερή συχνότητα, τότε επιβάλλεται να λαμβάνονται μέτρα προστασίας όπως π.χ. ανεμομίκτες, θερμάστρες κ.λπ., ή ακόμη και κατάργηση της αμπελοκαλλιέργειας ιδίως σε θέσεις που πλήττονται κάθε χρόνο από παγετούς.

3.3 Φθινοπωρινοί και χειμερινοί παγετοί

Οι φθινοπωρινοί παγετοί είναι αμελητέοι. Μόνο σε περιπτώσεις που μπορεί να είναι πολύ πρώιμοι, ιδίως σε ημιορινές περιοχές της Χώρας, τότε μπορεί να προκαλέσουν μια πρώιμη αποφύλλωση η οποία ενδεχομένως να έχει κάποια επίδραση στην παραγωγή ιδίως του μεθεπόμενου έτους. Όσον αφορά τους χειμερινούς παγετούς, αυτοί συμβαίνουν στην καθαρά χειμερινή περίοδο από την πτώση των φύλλων, Νοέμβριο - αρχές Δεκεμβρίου, μέχρι τις αρχές Μαρτίου που αρχίζει η νέα κίνηση των χυμών. Συνήθως το αμπέλι στην περίοδο αυτή δεν παρουσιάζει ευαισθησία, εκτός αν οι θερμοκρασίες πέσουν κάτω από -15°C (Minton *et al*, 2017).

Οι οφθαλμοί είναι οι πρώτοι που υφίστανται τις συνέπειες τέτοιου παγετού, μετά οι κεφαλές, οι βραχίονες και τέλος ο κορμός. Οι οφθαλμοί μαυρίζουν ενώ στα ξυλώδη όργανα εμφανίζονται ρωγμές το μέγεθος των οποίων ποικίλει ανάλογα με την ένταση του παγετού. Επίσης εάν ο χειμερινός παγετός συνοδεύεται και από χιόνι η πιο συνηθισμένη ζημιά που προκαλεί είναι το σπάσιμο των κλάδων λόγω του βάρους του (Hickey *et al*, 2018).

Περιπτώσεις τέτοιων παγετών δεν είναι συνηθισμένες στη χώρα μας, και αν συμβούν συνήθως μπορεί να γίνουν στις ημιορινές και ορεινές περιοχές καλλιέργειας της αμπέλου ιδίως της Βόρειας Ελλάδας.



Εικόνα 13: Χειμερινός παγετός. Πηγή: WTSO, 2015

3.4 Πρακτικές αντιμετώπισης

Ένα είδος παθητικής προστασίας από τους παγετούς θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι η νοτιοανατολική έκθεση, το επικλινές έδαφος και το μικρό υψόμετρο τα οποία βοηθούν στην αποφυγή ζημιών. Η χημική ζιζανιοκτονία ή η χαμηλή κοπή και το υγρό έδαφος μειώνουν τον κίνδυνο παγετών. Όψιμη αζωτούχος λίπανση και αρδεύσεις το προηγούμενο καλοκαίρι, υπερβολική καρποφορία, καθυστερημένη συγκομιδή, πρώιμο κλάδεμα κατά την περίοδο του ληθάργου, αποφύλλωση από εχθρούς και ασθένειες την προηγούμενη βλαστική περίοδο, ακατάλληλο υποκείμενο και γενικά διάφορες καταπονήσεις (έλλειψη ανόργανων στοιχείων και νερού, κ.λπ.) το κάνουν πιο ευαίσθητο στους παγετούς (Perry, 2010).



Εικόνα 14: Διπλό κλάδεμα για την αποφυγή ζημιών από παγετό. Πηγή: eVineyard, 2014

Μείωση του κινδύνου ζημιών μπορεί να επιτευχθεί με ψεκασμούς με χαλκούχα σκευάσματα στα τέλη του χειμώνα για τη μείωση των πληθυσμών των παθογόνων βακτηρίων (*Pseudomonas syringae*) στην επιφάνεια των φυτών (καθώς τα βακτήρια είναι υπεύθυνα για την έναρξη των παγοκρυστάλλων) ή με κάλυψη του κορμού ώστε να αποφύγουν την άμεση έκθεση στις ελάχιστες θερμοκρασίες. Η καθυστέρηση της άνθισης μελετάται αλλά δεν εφαρμόζεται ακόμα πουθενά διεθνώς. Καθυστέρηση της άνθισης μπορεί να επιτευχθεί με εφαρμογή etherphon το φθινόπωρο, με περιοδικό τεχνητό δροσισμό (με αρδευτικά μπεκ) μετά το πέρας του ληθάργου και με την εφαρμογή πυκνών ελαίων (παράλληλα με την αντιμετώπιση ζωικών εχθρών) στα τέλη του χειμώνα (Hickey *et al*, 2018).



Εικόνα 15: Αναβλάστηση από τη βάση πρέμων μετά από παγετό. Πηγή: Ρούμπος, 2003



Εικόνα 16: Ανάπτυξη νέου φυτού μετά από κορμοτόμηση. Πηγή: Ρούμπος, 2003

Μια επιτυχής ενεργητική προστασία από παγετούς προϋποθέτει τη γνώση της αντοχής των φυτών εκείνη τη στιγμή στις χαμηλές θερμοκρασίες, κατάλληλη πρόγνωση του καιρού τουλάχιστον λίγες ώρες πριν (πόσο χαμηλά θα πέσει η θερμοκρασία και για πόσες ώρες) και την εγκατάσταση μιας μεθόδου παγετοπροστασίας (Sturman, 2018).

Διεθνώς, ενεργητική προστασία γίνεται με θέρμανση με καύση υλικών όπως άχυρου, παλιών ελαστικών, ή με κατάλληλες θερμάστρες που χρησιμοποιούν έλαια, πετρέλαιο ή φυσικό αέριο (Pagay *et al*, 2017). Η μέθοδος αυτή εγκαταλείπεται λόγω των επιπτώσεων που έχει στο περιβάλλον, ενώ έχει απαγορευτεί τελείως σε πολλές περιοχές του κόσμου, όπως και στην Ευρώπη. Ενεργητική προστασία μπορεί να γίνει (σπάνια) με χρήση ελικοπτέρου, το οποίο πετώντας χαμηλά (<30-40 m από την επιφάνεια του εδάφους) μεταφέρει αέρα από τα θερμότερα στρώματα προς την επιφάνεια του εδάφους (Pagay *et al*, 2017).

Οι πιο εκτεταμένες μορφές ενεργητικής προστασίας από παγετούς, διεθνώς και στην Ελλάδα, είναι η χρήση ανεμομικτών και η τεχνητή βροχή. Οι ανεμομίκτες κοστίζουν πολύ, απαιτούν συγκεκριμένη διαδικασία για να λειτουργήσουν (όταν χρησιμοποιείται πετρελαιομηχανή) ή απαιτείται ηλεκτρικό ρεύμα. Μπορούν να καλύψουν 20-40 στρέμματα του αμπελώνα και να ανεβάσουν τη θερμοκρασία ανάλογα με το βάθος και ύψος της θερμοροφής και τον άνεμο, κατά 2-4 °C το πολύ (Sturman, 2018).

Συνδυασμός των μεθόδων καύσης υλικών και ανεμομίκτη χρησιμοποιούνται σε μερικές περιοχές του κόσμου, ακόμα και για μείωση των ζημιών από έντονους παγετούς του χειμώνα (Minton *et al*, 2017).

Ο πιο επεκτεινόμενος τρόπος ενεργητικής προστασίας από παγετούς είναι η άρδευση με ατομικά μπεκ (τεχνητή βροχή). Η εφαρμογή νερού από νωρίς το βράδυ στην επιφάνεια του φυτού και του εδάφους, προκαλεί έκλυση θερμότητας (κατά την ψύξη και κατόπιν πήξη του νερού) αλλά και μόνωση των ιστών που καλύπτονται από πάγο, ώστε να αποφευχθεί η πτώση της θερμοκρασίας αυτών κάτω του $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία του αέρα. Αυτός ο τρόπος παγετοπροστασίας απαιτεί υψηλή παροχή νερού και ύπαρξη δικτύου άρδευσης με πίεση, μπορεί να προκαλέσει σπάσιμο των κλάδων, αλλά θεωρείται ο αποτελεσματικότερος των μεθόδων που χρησιμοποιούνται (Minton *et al*, 2017).



Εικόνα 17: Ψεκασμός νερού στα αμπέλια για να παγώσει γύρω από τους πράσινους ιστούς και να αποφευχθεί η ζημιά από παγετό. Πηγή: AccuWeather.com, 2016

4. Χαλάζι

Το χαλάζι αντιπροσωπεύει έναν τύπο στερεάς κατακρήμνισης που αποτελείται από διαφανείς ή αδιαφανείς κόκκους πάγου διαφορετικών σχημάτων (σφαιρικών ή μυτερών), μεγεθών (με διάμετρο μεταξύ 0,5 και 50 mm) και βάρους (από λίγα γραμμάρια έως πάνω από 300 γραμμάρια), τα οποία συνοδεύονται από φαινόμενα καταιγίδας (καταιγίδες και αστραπές) και ισχυρούς ανέμους (Lungu *et al*, 2010). Μεταξύ όλων των στερεών υδρομετεωρητών, το χαλάζι αντιπροσωπεύει έναν κλιματικό κίνδυνο που, αν και σπάνιος, μπορεί να προκαλέσει τοπικές ή περιφερειακές φυσικές καταστροφές σημαντικών διαστάσεων σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. Το χαλάζι θεωρείται αναμφίβολα ένα επικίνδυνο κλιματικό φαινόμενο, λόγω της ταχύτητάς του και λόγω των σημαντικών απωλειών που προκαλεί στη γεωργία, καθώς μπορεί να επηρεάσει τις καλλιέργειες, τα αμπέλια και τα οπωροφόρα δέντρα, σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, αλλοιώνοντας τον βιολογικό τους κύκλο (Lungu *et al*, 2010).

Το χαλάζι σχετίζεται γενικά με τις ανοιξιάτικες καταιγίδες αλλά μπορεί να εμφανιστεί οποιαδήποτε εποχή του χρόνου. Το χαλάζι σχηματίζεται σε τεράστια σύννεφα. Τις ημέρες που το έδαφος θερμαίνεται από τον ήλιο, θερμαίνεται και ο αέρας κοντά στο έδαφος (Hauptman, 2011). Ο ζεστός αέρας είναι πολύ ελαφρύτερος από τον κρύο αέρα, επομένως ανεβαίνει και ψύχεται καθώς έρχεται σε επαφή με τον ψυχρότερο αέρα. Η ικανότητα του ζεστού αέρα να συγκρατεί την υγρασία μειώνεται καθώς ψύχεται. Όταν ο ζεστός αέρας έχει κρυώσει σε βαθμό που δεν μπορεί να διατηρήσει την υγρασία του, οι υδρατμοί συμπυκνώνονται και σχηματίζουν σύννεφα. Η υγρασία που συμπυκνώνεται κατά τη διαδικασία της ψύξης απελευθερώνει θερμότητα στον περιβάλλοντα αέρα, με αποτέλεσμα ο θερμός αέρας να ανεβαίνει πιο γρήγορα και να απελευθερώνει περισσότερη υγρασία (Hauptman, 2011).

Τα σύννεφα Thunderhead περιέχουν μια τεράστια ποσότητα αιολικής ενέργειας (Lungu *et al*, 2010). Αυτοί οι άνεμοι ονομάζονται ανοδικοί και καθοδικοί άνεμοι. Το χαλάζι σχηματίζεται στους κύριους ανοδικούς ανέμους του νέφους με τη μορφή υπερψυγμένου νερού. Αυτό το νερό παραμένει σε υγρή μορφή ακόμα κι αν η θερμοκρασία του είναι κάτω από το μηδέν. Για να γίνει στερεό, υπερψυγμένο νερό χρειάζεται κάτι πάνω στο οποίο να παγώσει.

Πράγματα όπως κρύσταλλοι πάγου, σκόνη και σωματίδια αλατιού (από την υγρασία του ωκεανού) μπορεί να είναι μερικά από αυτά τα στερεά σωματίδια που χρειάζεται το υπερψυγμένο νερό (Lungu *et al*, 2010). Κατά την πρόσκρουση με αυτά τα άλλα στερεά σωματίδια, το υπερψυγμένο νερό θα παγώσει, δημιουργώντας χαλάζι. Όσο περισσότερο υπερψυγμένο νερό έρχεται σε επαφή με ένα χαλάζι, τόσο πιο βαρύ θα γίνεται το χαλάζι. Θα πέσει από τα σύννεφα μόλις γίνει πολύ βαρύ για να διατηρηθεί στους ανοδικούς ανέμους (Lungu *et al*, 2010).

Η μέση διάρκεια είναι μερικά λεπτά έως και 15 λεπτά. Ωστόσο, υπάρχουν διαφορές ως προς τη μέγιστη διάρκεια. Η διάρκεια της χαλαζόπτωσης είναι αντιστρόφως ανάλογη με το μέγεθος του χαλαζιού: όσο μικρότερη είναι η διάρκεια, τόσο μεγαλύτερες είναι οι πέτρες. Το μέγεθος του χαλαζιού τονίζεται από τη διάμετρο του χαλαζιού (Lungu, 2009).

Γενικά, το μέγεθος του χαλαζιού είναι μικρό, κάτω από 10 mm. Έπειτα από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι την άνοιξη και το φθινόπωρο, η διάμετρος του χαλαζιού είναι κάτω από 5 mm, ενώ η ένταση της βροχής είναι 2-20 mm/min, σε σύγκριση με το καλοκαίρι που η διάμετρος μπορεί να ξεπεράσει τα 10 mm και η ένταση της βροχής είναι 50 mm/min (Lungu, 2009). Αυτό δείχνει ότι οι πιο ευνοϊκές συνθήκες επιτυγχάνονται στη θερμότερη περίοδο (Ιούνιος-Αύγουστος), όταν η αντίθεση θερμικής και πίεσης είναι η υψηλότερη. Τέτοια μεγάλα μεγέθη καθορίζουν το μέγεθος του κινδύνου που προκαλεί το χαλάζι, με σοβαρές συνέπειες στις γεωργικές καλλιέργειες, τις τοποθεσίες, το έδαφος κ.λπ..

4.1 Χαλάζι στο αμπέλι

Λόγω των κλιματικών αλλαγών, οι αμπελουργοί σε όλο τον κόσμο αντιμετωπίζουν πολλά απρόβλεπτα καιρικά φαινόμενα. Όχι μόνο ο όψιμος ανοιξιάτικος παγετός εμφανίζεται πιο συχνά, αλλά και οι χαλαζοθύελλες γίνονται όλο και πιο συχνές. Το χαλάζι μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές στον αμπελώνα, όχι μόνο όσον αφορά την ποσότητα και την ποιότητα των σταφυλιών, αλλά και ως προς την επιβίωση των αμπελιών και τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη των αμπελώνων.

Το χαλάζι έχει άμεση επίδραση με τις ουλές και τις πληγές που προκαλεί σε καρπούς, φύλλα και νεαρούς βλαστούς ή και καταστροφή των ανθοφόρων ή φυλλοφόρων ματιών και έμμεση με τη δημιουργία ανοιγμάτων για την είσοδο παρασίτων (Haurtman, 2011). Οι ζημιές από χαλάζι συνήθως παρατηρούνται σε ορισμένη περιοχή και με τη φορά που πέρασε το χαλαζοφόρο νέφος. Πολλές φορές οι πληγές παρατηρούνται από τη μια πλευρά των δέντρων ανάλογα με τη φορά πτώσης. Ιδιαίτερα στην αμπελοκαλλιέργεια.



Εικόνα 18: Καταστροφή βλαστών, φύλλων και μπουμπουκιών ανθέων λόγω χαλαζιού.

Πηγή: RAREC, 2015

Οι χαλαζοπτώσεις είναι συχνό φαινόμενο στη χώρα μας, ιδίως την άνοιξη και το καλοκαίρι, δηλαδή στην περίοδο όπου κατ' εξοχήν διάφορα όργανα της αμπέλου παρουσιάζουν ευαισθησία. Χαρακτηριστικό της χαλαζόπτωσης είναι η τοπική εμφάνιση, σε σημείο που μερικές φορές να παρουσιάζεται ζημιά στον μισό αμπελώνα και όχι στον υπόλοιπο (Whiting, 2012). Αυτό οφείλεται κυρίως στην πορεία που παρουσιάζει το σύννεφο που έχει δημιουργήσει χαλάζι. Η σοβαρότητα των ζημιών εξαρτάται από τη σφοδρότητα της χαλαζόπτωσης, το μέγεθος του χαλαζιού, τη φυσική κατάσταση της ατμόσφαιρας και φυσικά το βλαστικό στάδιο της αμπέλου. Όσο νεότερη η βλάστηση τόσο πιο ευπαθής (Whiting, 2012).

Όταν τα πολυετή φυτά, όπως τα αμπέλια, πληγώνονται, μπορούν να αντιδράσουν για να σχηματίσουν φυσικά και χημικά εμπόδια που περιέχουν την τραυματισμένη περιοχή. Ο όρος "θεραπεία" είναι μια εσφαλμένη ονομασία όταν πρόκειται για ξυλώδη φυτά (Whiting, 2012). Οι φυτικοί ιστοί που έχουν τραυματιστεί δεν αντικαθίστανται ή επισκευάζονται (στις περισσότερες περιπτώσεις) στην προηγούμενη κατάστασή τους.

Τα αμπέλια είναι ένα αρκετά ζωηρό (ταχέως αναπτυσσόμενο) είδος και ο ρυθμός σύγκλεισης των πληγών συσχετίζεται με το σφρίγος της αμπέλου. Ο σχηματισμός κάλων είναι ταχύτερος όταν τα αμπέλια είναι σφριγηλά και οι πρακτικές που ενθαρρύνουν το σθένος βοηθούν στην επιτάχυνση της διαδικασίας κλεισίματος του τραύματος (Lungu *et al*, 2010). Το σθένος μπορεί επίσης να επηρεαστεί θετικά από τη σωστή διαχείριση μέσω της λίπανσης, της άρδευσης, του ελέγχου των παρασίτων και της διαχείρισης του φορτίου των καλλιεργειών. Ο χρόνος που χρειάζεται για να κλείσει μια πληγή εξαρτάται επίσης από το πού βρίσκεται το τραύμα στο αμπέλι, πότε συνέβη ο τραυματισμός και τι έχει προκληθεί από το τραύμα (Whiting, 2012).

Τα πλήγματα από το χαλάζι στα φύλλα έχουν σαν συνέπεια τρύπες ελάσματος με διάμετρο που ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του χαλαζιού. Σε περιπτώσεις έντονης χαλαζόπτωσης τα πολλαπλά χτυπήματα δημιουργούν σχισμές και το φύλλο σχηματίζεται ακανόνιστα (Lungu, 2009). Σε πολλές περιπτώσεις ισχυρό πλήγμα χαλαζιού στο μίσχο μπορεί να αποκόψει τελείως το φύλλο. Στους βλαστούς οι μεγαλύτερες ζημιές προκαλούνται στους νεαρούς πράσινους βλαστούς και σε όσους είναι περισσότερο εκτεθειμένοι, ιδιαίτερα οι οριζόντιοι, οι οποίοι μπορεί να αποκοπούν εντελώς με ισχυρό πλήγμα (Whiting, 2012). Συνήθως στους βλαστούς παρατηρούνται πολλά πλήγματα με βάθος ανάλογο του μεγέθους και της ορμής του χαλαζιού. Στο σημείο του πλήγματος οι ιστοί καταστρέφονται, γίνονται σκοτεινότεροι και αργότερα το κέντρο τους γίνεται σταχτί. Χαρακτηριστικό είναι ότι συνήθως τα πλήγματα βρίσκονται από τη μια πλευρά της κληματίδας. Στις ηλικιωμένες κληματίδες οι ζημιές είναι λιγότερο έντονες (Hauptman, 2011). Σε έντονη χαλαζόπτωση παρατηρούνται πληγές που μπορεί να φθάσουν μέχρι το ξύλο ή και την εντεριώνη. Σημαντικές καταστροφές μπορεί να προκληθούν και στους οφθαλμούς.



Εικόνα 19: Ολική απώλεια φύλλων μετά από χαλάζι. Πηγή: eVineyard, 2017

Συνήθως η σοβαρότερη ζημιά προκαλείται στους βότρεις, ιδίως όταν βρίσκονται στο στάδιο της άνθισης ή στους νεαρούς καρπούς. Αποτέλεσμα της χαλαζόπτωσης είναι η πλήρης αποκοπή και καταστροφή των βοτρώων ή πτώση των ανθέων ή των καρπιδίων με αποτέλεσμα την καταστροφή του βότρου (Haurtman, 2011). Αργότερα στους αναπτυγμένους βότρεις οι ζημιές είναι μικρότερες γιατί καλύπτονται από τα φύλλα. Σε έντονη χαλαζόπτωση οι ράγες αποκόπτονται ή εμφανίζουν βαθιές σχισμές, όπου αναπτύσσονται διάφοροι μύκητες. Επίσης στις πληγές από το χαλάζι εγκαθίστανται ο μύκητας *Coniothyrium diplodiella* που προκαλεί τη λευκή σήψη (Haurtman, 2011). Σε περίπτωση που πληγεί ο ποδίσκος του βότρου μπορεί αυτός να αποξηραθεί από ελλιπή τροφοδοσία.

4.1.2 Πρόληψη και αντιμετώπιση χαλαζιού

Για την επιβίωση και την εκ νέου ανάπτυξη του αμπελιού που έχει υποστεί ζημιές από το χαλάζι, σημαντικό ρόλο παίζει η υγεία του αμπελιού, η ηλικία και το τρόπος διαχείρισής του. Το ανοιξιάτικο και καλοκαιρινό χαλάζι μπορεί να προληφθεί με την χρήση αντιχαλαζικών πυραύλων και αεροσκαφών. Το αντιχαλαζικό σύστημα λειτούργησε εκτοξεύοντας έναν μη κατευθυνόμενο πύραυλο 60 mm στον αέρα, ο οποίος θα διασκορπίζει 50-70 γραμμάρια αντιδραστηρίου ιωδιούχου αργύρου και το διασκορπίζει στον αέρα σε υψόμετρα 2,5 - 4,5 Km, για 30 - 35 δευτερόλεπτα για να μειώσει τη δημιουργία χαλαζιού στα σύννεφα. Ο αριθμός των πυραύλων που χρειάζονται κατά τη διάρκεια ενός έτους υπολογίζεται στις 5000 (Agenda. Ge, 2016).

Αυτή η προστασία είναι αμφισβητήσιμη από οικολογική και οικονομική άποψη και λόγω των ακατανόητων μακροπρόθεσμων επιδόσεων, σε ορισμένες περιοχές του κόσμου εγκαταλείπεται. Αυτή η τεχνική απαιτεί πολύ καλή τεχνική συμβατότητα και οργάνωση (Haurtman, 2011). Ένα μειονέκτημα αυτής της προστασίας είναι ότι δεν αποκλείεται εντελώς η πιθανότητα χαλαζιού, επομένως το χαλάζι μπορεί να πέσει, αλλά να προκαλέσει λιγότερες ζημιές.

Οι ζημιές την άνοιξη και το καλοκαίρι από το χαλάζι μπορούν να μειωθούν με την επιλογή των κατάλληλων τοποθεσιών που είναι λιγότερο επιρρεπείς στο χαλάζι (λιγότερο συχνά επηρεάζονται από το χαλάζι), όσο και με προσεκτική επιλογή ποικιλίας αμπέλου, σύστημα εκπαίδευσης και φύτευσης. Τα σταφύλια των πιο ζωνών ποικιλιών υφίστανται λιγότερη ζημιά από το χαλάζι (Haurtman, 2011). Επίσης οποιεσδήποτε πρακτικές διαχείρισης θόλου θα πρέπει να πραγματοποιούνται με μεγάλη προσοχή.

Η διαχείριση των αμπελιών μετά από ζημιά από χαλάζι εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του αμπελιού και τη σοβαρότητα της ζημιάς από το χαλάζι. Και με βάση αυτό, θα πρέπει να επιλεγούν οι πρακτικές διαχείρισης ανάκτησης χαλαζιού στον αμπελώνα (Whiting, 2012). Η άμπελος έχει την ικανότητα να ανακάμπτει από το χαλάζι και έτσι είναι στο χέρι των αμπελουργών να διαχειρίζονται σωστά τον αμπελώνα μετά το χαλάζι και να το βοηθούν το αμπέλι να ανακάμψει πιο γρήγορα (Whiting, 2012). Εάν οι ζημιές από το χαλάζι δεν είναι εκτεταμένες, τότε το αμπέλι θα ανακάμψει γρήγορα.

Σε περίπτωση που το χαλάζι έχει ήδη καταστρέψει αμπέλια, συνιστάται να εκτιμηθεί η ζημιά άμεσα μετά το χαλάζι και στη συνέχεια να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα. Το συντομότερο δυνατό μετά το χαλάζι, θα πρέπει επίσης να προστατευθούν τα αμπέλια με ψεκασμό που αφενός προλαμβάνει την προσβολή από ασθένειες και ταυτόχρονα βοηθά την επούλωσή τους. Ενδείκνυται η χρησιμοποίηση φυτοπροστατευτικών προϊόντων που περιέχουν folpet (Haurtman, 2011). Σε αμπελώνες που έχουν ακόμα φύλλα συνιστάται ταυτόχρονη χρήση βιο-προσομοιωτών πλούσιων σε χουμικά οξέα που θα προωθήσουν την ανάπτυξη των φύλλων και των βλαστών. Το διαφυλλικό λίπασμα που περιέχει μικροστοιχεία και αμινοξέα βοηθά τα αμπέλια σε στρεσογόνες καταστάσεις. Απαιτείται καλή κάλυψη. Σε περίπτωση που εμφανιστεί χαλάζι μετά τη συγκομιδή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης προϊόντα με βάση το χαλκό ώστε να βοηθήσουν το ξύλο να ωριμάσει όσο το δυνατό γρηγορότερα

και να αποτραπεί μια πιθανή ζημιά από τον παγετό το χειμώνα (Hauptman, 2011). Σε αμπελώνες όπου δεν μένουν φύλλα στο αμπέλι μετά το χαλάζι, προτείνεται διαφυλλική εφαρμογή αφού τα αμπέλια αρχίσουν να αναπτύσσονται ξανά. Σε περίπτωση που τα στελέχη του τσαμπιού της αμπέλου καταστραφούν από το χαλάζι, η καλλιέργεια μπορεί να μολυνθεί εκτενώς από τη σήψη του Βοτρύτη , και γι' αυτό θα πρέπει να εφαρμόζεται ψεκασμός προστασίας από τις μολύνσεις από Βοτρύτη αμέσως μετά τη ζημιά από χαλάζι και πριν από οποιοδήποτε άλλο υγρό συμβάν (Lungu, 2009).



Εικόνα 20: Καταστροφές από χαλάζι. Πηγή: Wineland, 2014

Σε περίπτωση που οι αμπελώνες υποστούν ζημιές από το χαλάζι, οι αμπελουργοί πρέπει πρώτα να εκτιμήσουν τις ζημιές και στη συνέχεια να επιλέξουν μια κατάλληλη στρατηγική διαχείρισης αμπελώνων με βάση αυτές τις ζημιές. Μετά το χαλάζι, το συντομότερο δυνατό τα αμπέλια θα πρέπει να προστατευθούν από παράσιτα και ασθένειες (Lungu et al, 2010). Εάν οι ζημιές από το χαλάζι είναι έως και 50%, μπορεί να αναμένεται χαμηλότερη απόδοση, καθώς και χαμηλότερη ποιότητα, εκτός εάν μπορεί να εξασφαλιστεί επιλεκτική συγκομιδή. Ωστόσο, ζημιές από χαλάζι κάτω του 50% μπορούν να αποκατασταθούν επιτυχώς με αυξημένο κόστος, ενώ τον επόμενο χρόνο αναμένεται κανονική συγκομιδή. Η διαχείριση αμπελώνων μετά από τέτοιου είδους ζημιές περιλαμβάνει τη προστασία της αμπέλου από ασθένειες και υποστήριξη της αναγέννησης της με κατάλληλα προϊόντα ψεκασμού (Lungu et al, 2010). Δεν συνιστάται επιπλέον κλάδεμα, το αμπέλι θα ανακάμψει και θα αναπτυχθεί μόνο του. Τέλος θα

πρέπει να διασφαλιστεί η προστασία του αμπελιού από βασικά παράσιτα και ασθένειες μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου.

Σε περίπτωση ακραίας χαλαζόπτωσης, υπάρχει κίνδυνος καταστροφής ακόμη και ολόκληρης της καλλιέργειας. Εάν σημειωθεί χαλάζι κατά τους εαρινούς μήνες, ένα αμπέλι μπορεί να ανακτήσει τα τραύματά του μέχρι το χειμώνα. Εάν απογυμνωθούν όλοι οι βλαστοί, το αμπέλι θα εκπτύξει ξανά από τους δευτερεύοντες οφθαλμούς, και μπορεί να υπάρξει μια μικρή σοδειά. Ενώ, εάν προκύψουν εκτεταμένες ζημιές σε τσαμπιά, οι αμπελουργοί μπορούν να τα απορρίψουν για να μειώσουν το στρες των φυτών (Haurtman, 2011). Στη συνέχεια, απαιτείται κλάδεμα των τραυματισμένων βλαστών στην κορυφή για να προωθηθεί η ανάπτυξη των πλευρικών βλαστών, που θα επιτρέψουν την παραγωγή υγιών και καρποφόρων βλαστών για τη συγκομιδή της επόμενης σεζόν. Η διαχείριση των αμπελώνων μετά από ζημιές άνω του 50% της καλλιέργειας θα πρέπει να είναι σύντομη ώστε να προστατευθούν τα αμπέλια από ασθένειες και να υποστηριχθούν για την αναγέννηση τους με κατάλληλα προϊόντα ψεκασμού (Haurtman, 2011). Οι κατεστραμμένοι βλαστοί θα πρέπει να κλαδευτούν και τέλος να εξασφαλιστεί η προστασία του αμπελιού από βασικά παράσιτα και ασθένειες μέχρι το τέλος της καλλιεργητικής περιόδου για να υπάρξει υγιή ανάπτυξη των βλαστών.



Εικόνα 21: Καταστροφές από χαλάζι. Πηγή: Bastianich winery, 2013

Στη χειρότερη περίπτωση, εάν οι βλαστοί και οι πλευρικοί οφθαλμοί έχουν υποστεί σημαντική ζημιά, προτείνεται αφαίρεση των κατεστραμμένων βλαστών μέχρι τους οφθαλμούς της βάσης ώστε να αφεθεί το αμπέλι να ξαναβλαστήσει και να αναπτυχθεί από δευτερεύοντες οφθαλμούς (Lungu *et al*, 2010). Αυτό θα επιτρέψει την εκβλάστηση από δευτερεύοντες οφθαλμούς και την ανάπτυξη υγιών βλαστών για την επόμενη σεζόν.

Οι νέοι βλαστοί θα πρέπει να αναπτύσσονται σωστά μέχρι το τέλος της σεζόν για να επιβιώσει το αμπέλι τον χειμώνα. Το χαλάζι γύρω ή μετά την ανθοφορία θα μειώσει την καρποφορία και την καλλιέργεια την επόμενη σεζόν. Επίσης, το κλάδεμα σε λανθάνουσα κατάσταση μπορεί να χρειαστεί προσαρμογή για την απόκτηση επαρκών μπουμπουκιών για την καλλιέργεια της επόμενης σεζόν (Whiting, 2012).

Να σημειωθεί ότι και σε περίπτωση που αποφασιστεί η μη συγκομιδή της καλλιέργειας καθώς υπέστη ζημιά από το χαλάζι, θα πρέπει να το ωίδιο, τον περονόσπορο και τον βοτρύτη, καθώς θέλουμε να καλλιεργήσουμε υγιές φύλλωμα για να εξασφαλίσουμε την παραγωγή και αποθήκευση όλων των απαραίτητων αποθεμάτων υδατανθράκων για την επόμενη σεζόν (Lungu *et al*, 2010). Εάν και ο κορμός έχει καταστραφεί, προτείνεται και ψεκασμός κατά των ασθενειών του κορμού.

4.2 Έντονη βροχόπτωση

Η έντονη βροχή στις τέσσερις έως έξι εβδομάδες πριν από τη συγκομιδή είναι πάντα ένας κίνδυνος για την απόδοση και την ποιότητα των σταφυλιών. Η ανησυχία για την υπερβολική βροχόπτωση λίγο πριν τη συγκομιδή είναι διπλή: πρώτον, το νερό έχει τη δυνατότητα να διογκώνει τις ράγες, αραιώνοντας τα σάκχαρα, τα οξέα επηρεάζοντας έτσι και τη γεύση του τελικού προϊόντος (Riley, 2015). Σε ακραίες περιπτώσεις, ο φλοιός μπορεί να διαχωριστεί, οδηγώντας σε σήψη. Οι απώλειες των καλλιεργειών εξ' αιτίας των ασθενειών που προκαλούνται από τη βροχή θα πρέπει να λαμβάνονται πάντα σοβαρά υπόψη καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, λαμβάνοντας μέτρα για την προώθηση της καλής ροής αέρα μέσα στον αμπελώνα (Riley, 2015).

Η πιθανότητα για εμφάνιση βοτρυτή θα εξαρτηθεί από το πόσο αποτελεσματικό ήταν το προληπτικό πρόγραμμα ψεκασμού, ο βαθμός βλάβης των σταφυλιών (ζημιά από χαλάζι, ηλιακό έγκαυμα, κτλ.) και ο καιρός που θα ακολουθήσει (Naude *et al*, 2019). Πριν από την ανάληψη δράσης, η καλή κατανόηση της κατάστασης μπορεί να αποτρέψει από το να ληφθούν δαπανηρές αποφάσεις που μπορεί να έχουν μικρή επίδραση. Τα βασικά ζητήματα που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν είναι τα επίπεδα των ασθενειών που υπάρχουν στον αμπελώνα, η πρόγνωση του καιρού, οι επιλογές ψεκασμού που θα πρέπει να γίνουν αλλά και η διαχείριση του αμπελώνα μας για την μείωση της υγρασίας.

Η παρακολούθηση των αμπέλων για ασθένειες μετά τις βροχοπτώσεις είναι ζωτικής σημασίας για την πορεία προς τη συγκομιδή. Η κατανόηση της επίπτωσης και της σοβαρότητας της νόσου στον αμπελώνα θα μας βοηθήσει να προσδιορίσουμε τις καταλληλότερες ενέργειες που πρέπει να γίνουν (Kramer, 2019). Για παράδειγμα, ένας αμπελώνας με υψηλή σοβαρότητα νόσου (τσαμπιά που έχουν πληγεί άσχημα) αλλά χαμηλή συνολική επίπτωση (λιγότερο από το 1% των σταφυλιών που επηρεάζονται) μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη μείωση των τσαμπιών που έχουν προσβληθεί ή την επιλεκτική συγκομιδή για την αποφυγή της περιοχής που έχει πληγεί περισσότερο (Riley, 2015).

Μια κατάσταση χαμηλής σοβαρότητας, αλλά υψηλής συχνότητας από την άλλη πλευρά, μπορεί να απαιτήσει διαχείριση που περιορίζει την περαιτέρω ανάπτυξη ασθενειών, όπως η προώθηση της ροής του αέρα και του φωτός ή η χρήση χημικού ψεκασμού, εάν είναι δυνατή η καλή και σωστή κάλυψη (Lungu *et al*, 2010). Ο έλεγχος των αμπέλων καθημερινά είναι σημαντικός επειδή η σήψη δέσμης μπορεί να αναπτυχθεί γρήγορα και η ανάληψη δράσης με βάση την παρακολούθηση που πραγματοποιήθηκε λίγες ημέρες νωρίτερα μπορεί να είναι λανθασμένη (Shaumunganathan, 2010).

Κατά την παρακολούθηση είναι σημαντικό να σηκώνουμε και να γυρίζουμε τα τσαμπιά. Με το σωστό χειρισμό των τσαμπιών μπορεί να αποκαλυφθούν συμπτώματα που μπορεί να μην είναι προφανή οπτικά ή να βρεθούν συμπτώματα ασθένειας κρυμμένα στο πίσω μέρος των τσαμπιών (Kramer, 2019).

Ξεκινώντας την παρακολούθησή σε γνωστά σημεία όπου η ασθένεια είναι πάντα η χειρότερη μπορεί να φανεί πόσο καλά έχουν λειτουργήσει οι έλεγχοι της νόσου. Εάν αυτά τα σημεία είναι σχετικά απαλλαγμένα από ασθένειες, αποτελεί καλό οιωνό για τον υπόλοιπο αμπελώνα (Riley, 2015).

Είναι επίσης σημαντικό να ελέγχετε η πρόγνωση του καιρού για να παρακολουθείτε η θερμοκρασία και οι βροχοπτώσεις ώστε να υπάρξει σημαντική βοήθεια στη λήψη αποφάσεων (Shaumunganathan, 2010). Εάν προβλέπεται να συνεχιστούν οι υγρές και ζεστές συνθήκες, οι ευκαιρίες ελέγχου για βοτρυτή μειώνονται (Kramer, 2019).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το πρώτο πράγμα που πρέπει να διερευνηθεί είναι η συχνότητα και η σοβαρότητα της νόσου. Το επόμενο πράγμα που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι αν υπάρχει ή όχι η δυνατότητα να γίνει ψεκασμός σε τσαμπιά δεδομένου του μεγέθους και του σχήματος του θόλου, καθώς και της στεγανότητας των τσαμπιών (Riley, 2015). Εάν τα τσαμπιά είναι κρυμμένα και τα σταφύλια σφιχτά μεταξύ τους, είναι πολύ δύσκολο να γίνει σωστός ψεκασμός και να διεισδύσει στο εσωτερικό των τσαμπιών όπου απαιτούνται. Ένας ψεκασμός σε ένα μεγάλο και πυκνό θόλο με σφιχτά τσαμπιά είναι πιθανό να σπαταληθεί σε μεγάλο βαθμό (Riley, 2015).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η πρώιμη συγκομιδή μπορεί να είναι η καλύτερη επιλογή για την ελαχιστοποίηση των απωλειών. Αυτό είναι κάτι που πρέπει να ληφθεί υπόψη πριν από τον ψεκασμό, επειδή η περίοδος παρακράτησης μιας χημικής ουσίας μπορεί να αφαιρέσει αυτή την επιλογή (Kramer, 2019). Εάν προβλέπεται υγρός καιρός και τα σταφύλια είναι κοντά στην ωρίμανση, η πρόωρη απομάκρυνση του καρπού αντί να επιβαρύνεται με το κόστος ενός προστατευτικού ψεκασμού μπορεί να είναι καλύτερη από τον κίνδυνο μεγάλης κλίμακας ασθένειας και κατά συνέπεια την απώλεια καλλιεργειών (Kramer, 2019).

5. Καταστροφές από κεραυνό

Ο κεραυνός είναι μια από τις σπανιότερες περιπτώσεις στις περισσότερες περιοχές της χώρας μας, αλλά παρόλα αυτά όταν συμβεί θα προκαλέσει εκτεταμένη ζημιά. Όταν ένας κεραυνός χτυπά ένα δέντρο, ο κορμός και οι κύριοι βραχίονες μπορεί να σπάσουν ή να πέσουν. Οι χαρακτηριστικές νεκρωτικές ζημιές από τους κεραυνούς μπορεί να είναι σημαντικές στα κεντρικά σημεία της πτώσης του κεραυνού τόσο στα ετήσια φυτά όσο και στην άμπελο (Τζάμος, 2007). Η πιο συνηθισμένη ζημιά που παρατηρείται μετά την πτώση ενός κεραυνού είναι η κυκλική εμφάνιση της καταστροφής των φυτών με εντονότερα νεκρωτικά συμπτώματα στο κέντρο της ηλεκτρικής εκκενώσεως. Η νέκρωση οδηγεί στην κατάτμηση της εντεριώνης στα στελέχη των ζημιωθέντων φυτών (Τζάμος, 2007).

Ωστόσο ακόμα και οι αγροί μπορεί επίσης να πληγούν από κεραυνό είτε άμεσα ή έμμεσα από χτύπημα σε ένα υψηλό αντικείμενο όπως ένα δέντρο ή ένα πάσσαλο και έπειτα να εξαπλωθεί στον αγρό (Agrios, 2017). Σε οποιαδήποτε περίπτωση, τα φυτά στον αγρό μπορεί να δεχτούν μια ηλεκτρική εκκένωση και να επιβιώσουν, αλλά πιο συχνά πολλά φυτά στη διαδρομή ή σε κοντινή απόσταση από την πτώση του κεραυνού, νεκρώνονται με χαρακτηριστική μορφή ή σε μια κυκλική περιοχή.



Εικόνα 22: Ζημιά από κεραυνό. Τα προσβεβλημένα πρέμνα καλύπτουν μια κυκλική επιφάνεια του εδάφους και εμφανίζουν ξηράνσεις στο κορυφαίο τμήμα των βλαστών.

Πηγή: Ρούμπος, 2003

5.1 Καταστροφές από κεραυνό στο αμπέλι

Η πτώση κεραυνού σε έναν αμπελώνα έχει ως αποτέλεσμα την αιφνίδια ολική ή μερική νέκρωση των πρέμνων. Τα συμπτώματα εμφανίζονται ξαφνικά σε μικρό ή μεγάλο αριθμό πρέμνων. Όταν τα φυτά είναι υποστηριγμένα σε σύρμα, τα πρέμνα που παρουσιάζουν συμπτώματα βρίσκονται στη σειρά κατά μήκος ενός ή περισσότερων συρμάτων όπως κινείται στο σύρμα υποστύλωσης η ηλεκτρική εκκένωση (Ρούμπος, 2003). Στην περίπτωση διαμόρφωσης των φυτών σε κυπελλοειδή σχήματα, τα προσβεβλημένα πρέμνα καλύπτουν μια κυκλική επιφάνεια του εδάφους, μικρής ή μεγάλης διαμέτρου που μπορεί να φθάσει και μέχρι 200 πρέμνα (Ρούμπος, 2003).

Εφόσον ο κεραυνός πλήξει το αμπέλι στην περίοδο της βλάστησης μια ή δύο μέρες μετά την πτώση παρατηρείται απότομη μάρανση και αποξήρανση των φύλλων και των νεαρών βλαστών που στη συνέχεια νεκρώνονται. Οι ζημιές είναι σοβαρότερες στις κορυφές των βλαστών (Παναγόπουλος, 2007). Οι βλαστοί παίρνουν ένα καστανομελανό ή μαύρο χρωματισμό, ο οποίος πολλές φορές περιορίζεται στα μεσογονάτια διαστήματα μη επεκτεινόμενος στους κόμβους. Συχνά παρατηρείται στην επιφάνεια τους έκκριση μελιτώδους ουσίας (Παναγόπουλος, 2007). Ο καστανομελανός μεταχρωματισμός μπορεί να επεκταθεί και στη ράχη των βοτρυών με αποτέλεσμα την ξήρανσή τους. Ανάλογος μεταχρωματισμός που ακολουθείται από νέκρωση, μπορεί να παρατηρηθεί και κατά μήκος των κύριων νευρώσεων των φύλλων (Ρούμπος, 2003).



Εικόνα 23: Ζημιά από κεραυνό. Εμφάνιση καστανομελανού χρωματισμού κατά μήκος των βλαστών. Πηγή: Ρούμπος, 2003

Τα πρέμνα που παρουσιάζουν ζημιές μόνο στους βλαστούς σύντομα αναβλαστάνουν και αποκτούν πάλι τη φυσιολογική τους όψη. Σε περιπτώσεις όμως ξήρανσης βραχιόνων ή και τμήματος του κορμού απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να επανέλθουν στην κανονική παραγωγική ζωή τους (Ρούμπος, 2003).

Εάν ο κεραυνός πλήξει στον κεντρικό κορμό τότε είναι πιθανόν το πρέμνο να ξεραθεί εντελώς. Συνήθως τα λίγα πρέμνα που δέχθηκαν την ηλεκτρική εκκένωση κατ' ευθείαν αποξηραίνονται. Στις περισσότερες περιπτώσεις η εικόνα του δέντρου που έχει πλήξει από κεραυνό μοιάζει με συμπτώματα ημιπληγίας ή ξήρανσης των κορυφών (Ρούμπος, 2003). Εξέταση όμως από κοντά αποδεικνύει το πλήγμα από κεραυνό γιατί οι υδαρείς ιστοί, ο ηθμός και το κάμβιο έχουν πληγεί από την ηλεκτρική εκκένωση και συνήθως είναι μαύροι. Προφανώς ο μόνος τρόπος προστασίας από αυτό το καιρικό φαινόμενο είναι η ύπαρξη αλεξικέραυνου σε κάποιο κοντινό σημείο της περιοχής (Ρούμπος, 2003).



Εικόνα 24: Ζημιά από κεραυνό. Εμφάνιση καστανομελανού χρωματισμού κατά μήκος του βλαστού και της ράχης των σταφυλών. Πηγή: Ρούμπος, 2003

6. Επίδραση του ανέμου

Ως άνεμος χαρακτηρίζεται ο ατμοσφαιρικός αέρας που βρίσκεται σε κίνηση. Από τα χαρακτηριστικά του ανέμου ιδιαίτερη γεωργική σημασία έχουν η διεύθυνση, η ταχύτητα, η συχνότητα, η εποχή εμφάνισέως καθώς και η θερμοκρασία και η υγρασία του. Τα χαρακτηριστικά αυτά σε συνδυασμό με το στάδιο του φυτού καθορίζουν και τη σημασία του ανέμου ως οικολογικού παράγοντα του φυτού. Για τη χώρα μας οι Βόρειοι άνεμοι είναι κατά κανόνα ψυχροί ενώ οι Νότιοι θερμοί και υγροί γιατί περνούν πάνω από υδάτινες επιφάνειες (Παναγόπουλος, 2007).

Οι βλάβες που προκαλεί ο άνεμος είναι κυρίως μηχανικής φύσεως όπως και φυσιολογικής λόγω αποξηραντικής επιδράσεως. Από μηχανική επίδραση των ανέμων μπορεί να σχιστούν ή να τραυματιστούν τμήματα του φυτού, κυρίως φύλλα, προκαλώντας ποικίλες νεκρώσεις με σχισίματα και την εμφάνιση ανοικτού ή σκούρου καστανού ή ερυθροκαστανού χρώματος (Jagoutz, 2010). Εάν ο άνεμος συνοδεύεται από βροχή και χαλάζι οι ζημιές είναι μεγαλύτερες. Η αποξηραντική δράση επιφέρει απώλεια εδαφικής υγρασίας, αυξάνει τη διαπνοή, οπότε σε τυχόν συνδυασμό με έλλειψη νερού μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε θάνατο. Ο άνεμος παρασύρει επίσης το χώμα (διάβρωση) και διευκολύνει τη διασπορά των ζιζανίων και παθογόνων οργανισμών (Jagoutz, 2010).

Κάτω από ορισμένες συνθήκες οι άνεμοι και ειδικότερα η αποξηραντική τους δράση μπορεί να είναι ωφέλιμη για τη γεωργία. Ευεργετική είναι ακόμη η επίδραση του ανέμου γιατί ανανεώνει τον αέρα στο περιβάλλον του φυτού, απομακρύνει την περίσσεια υγρασίας που ευνοεί τη σήψη του φυτού και την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και ακόμη ελαφρός άνεμος υποβιβάζει τη θερμοκρασία του φυτού σε επιθυμητά ή ανεκτά όρια (Stafne, 2019).

6.1 Επίδραση του ανέμου στο αμπέλι

Η επίδραση του ανέμου στον αμπελώνα είναι σημαντική για τους αμπελουργούς για πολλούς λόγους. Η αξιολόγηση των συνθηκών αιολικής ανάπτυξης στις αμπελουργικές περιοχές διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις επιτόπιες αξιολογήσεις. Οι συνεχείς ισχυροί άνεμοι μπορεί να βλάψουν τα αμπέλια και να εμποδίσουν ανάπτυξη.

Οι ζημιές από τον άνεμο παρατηρούνται συνήθως σε περιοχές με ισχυρούς ανέμους που επικρατούν ή με καταιγίδες την άνοιξη και το καλοκαίρι.

Τα ταχέως αναπτυσσόμενα αμπέλια και ορισμένες ποικιλίες είναι πιο επιρρεπείς σε ζημιές από τον άνεμο. Η ζημιά στους βλαστούς είναι πιο συχνή την άνοιξη και τις αρχές του καλοκαιριού, όταν οι νέοι βλαστοί αναπτύσσονται γρήγορα και είναι τρυφεροί (πράσινοι) (Karen, 2015). Αργότερα την εποχή μετά την ωρίμανση των βλαστών, η ζημιά στα φύλλα είναι πιο συχνή. Η βαριά ζημιά στα φύλλα μπορεί να προκαλέσει μείωση της φωτοσύνθεσης που μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του καρπού και την ανθεκτικότητα του αμπελιού στο κρύο (Stafne, 2019).

Ολόκληρα πρέμνα με φύλλα που αρχίζουν να μαραίνονται ανάμεσα σε άλλα υγιή πρέμνα είναι ένδειξη ζημιάς από τον άνεμο. Η επισήμανση θα οδηγήσει σε ενδεχόμενο μαύρισμα και θάνατο των φύλλων. Το κατεστραμμένο πρέμνο θα πεθάνει εάν σπάσει στο σημείο σύνδεσής του στον κλοιό (Jagoutz, 2010).



Εικόνα 25: Καταστροφές λόγω ανέμου. Πηγή: Agrios, 2017

Αυτή η ζημιά μπορεί να παρερμηνευτεί λανθασμένα με βλάβη λόγω ασθένειας, εντόμων ή ζιζανιοκτόνων, αλλά η προσεκτική επιθεώρηση θα αποκαλύψει την υποκείμενη καταστροφή του πρέμνου στη βάση του (Stafne, 2019). Η ζημιά από τον άνεμο μπορεί να μειωθεί ελέγχοντας το σφρίγος του αμπελιού και με τη σωστή διαχείριση του θόλου.

Οι συνεχείς άνεμοι μπορούν επίσης να προκαλέσουν ζημιά στους καρπούς, δημιουργώντας περιοχές με κάλους ή κρούστες όπου οι ράγες έχουν τριφτεί από άλλο μέρος του φυτού (Stafne, 2019). Η καρπόδεση και η λίπανση μπορεί επίσης να επηρεαστούν εάν επιμένουν έντονοι και σταθεροί άνεμοι κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας. Αυτός ο τύπος βλάβης είναι πιο κρίσιμος στα προϊόντα που καταναλώνονται πρόσφατα και μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του οικονομικού δυναμικού του καρπού.

Μελέτες για το κλίμα των αμπελώνων έχουν οδηγήσει σε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη συχνότητα των οδηγιών του ανέμου κατά τη διάρκεια ηλιόλουστων περιόδων. Τα γερμανικά σταφύλια για παράδειγμα αναπτύσσονται κατά μήκος του βόρειου περιθωρίου των αμπελουργικών περιοχών της Ευρώπης (Jagoutz, 2010). Υπό αυτές τις συνθήκες, τα φυτά εξαρτώνται από το ειδικό κλίμα εντός του αμπελώνα κάτω από φωτεινή ηλιοφάνεια για να φτάσει στο βέλτιστο βαθμό ωριμότητας. Τις ηλιόλουστες μέρες η θερμοκρασία στον αμπελώνα είναι υψηλότερη από το περιβάλλον. Παρόλο που οι διαφορές θερμοκρασίας μπορεί να μην φαίνεται να είναι πολύ σημαντικές, έχουν βαθιά επίδραση κατά τη διάρκεια της περιόδου βλάστησης. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αμπελώνα και περιβάλλοντος χώρου είναι μεγαλύτερη σε ήρεμες ηλιόλουστες ημέρες (Jagoutz, 2010).

Όσο ισχυρότερος είναι ο άνεμος, τόσο μεγαλύτερη είναι η επίδραση ισορροπίας στη διαφορά θερμοκρασίας, καθώς ο ζεστός αέρας απομακρύνεται από τον αμπελώνα. Έτσι, ο άνεμος εμποδίζει τον αέρα στον αμπελώνα να θερμανθεί και, ως εκ τούτου, έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη της αμπέλου (Karen, 2015). Η βέλτιστη θερμοκρασία για τα αμπέλια είναι η θερμοκρασία κατά την οποία συμβαίνει η μέγιστη αφομοίωση. Η βέλτιστη θερμοκρασία φύλλων είναι περίπου 25° C. Αυτή η θερμοκρασία σπάνια επιτυγχάνεται την άνοιξη ή ειδικά το φθινόπωρο κατά τη διάρκεια της περιόδου ωρίμανσης. Η αύξηση της θερμοκρασίας στον αμπελώνα είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη σταφυλιών καλής ποιότητας (Karen, 2015).

Ωστόσο, ο άνεμος αποτρέπει αυτή την αύξηση της θερμοκρασίας. Ακόμη και τις πολύ ζεστές μέρες του καλοκαιριού, όταν οι θερμοκρασίες είναι πολύ πέρα από τις βέλτιστες, το φαινόμενο του ανέμου δεν είναι θετικό. Η επίδραση ψύξης του ανέμου στα ζεστά φύλλα αντισταθμίζεται από αυξημένη εξάτμιση (Stafne, 2019).

Ωστόσο, αυτό οδηγεί το αμπέλι στο να κλείσει τα στόματα για να αποφευχθεί η υπερβολική εξάτμιση. Αν και αυτό μειώνει την εξάτμιση, οδηγεί επίσης σε καταστολή της αφομοίωσης επειδή το απαιτούμενο διοξείδιο του άνθρακα λαμβάνεται μέσω των στομάτων. Έτσι, η επίδραση του ανέμου είναι αρνητική ακόμη και όταν οι θερμοκρασίες του αέρα είναι τόσο υψηλές που η απομάκρυνση του ζεστού αέρα από το εσωτερικό του δεν αποτελεί πρόβλημα (Stafne, 2019).

Από την άλλη πλευρά οι άνεμοι προσφέρουν και ορισμένα πλεονεκτήματα στους αμπελώνες. Ένα από αυτά είναι ότι ο άνεμος προκαλεί βροχή ή δροσιά για να στεγνώσει πιο γρήγορα μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο μυκητιασικής λοίμωξης, όπως επίσης και το γεγονός ότι δροσίζει κατά τους εαρινούς μήνες τα φύλλα. Ο άνεμος προσθέτει ένα στοιχείο ψύξης που παρατείνει το χρόνο αναμονής (Karen, 2015).

Όταν ο άνεμος φτάσει σε μια ορισμένη ταχύτητα, τα αμπέλια μπαίνουν σε μια διαδικασία αυτοπροστασίας. Έτσι, η φωτοσύνθεση σταματάει και αυτό επιτρέπει επιπλέον χρόνο παραμονής, που επιτρέπει στον καρπό να ωριμάσει περισσότερο. Ως γνωστόν το αμπέλι δεν ξέρει ότι κάνει κρασί. Ο στόχος του είναι η προστασία των καρπών του και έτσι θα μπορούσε να ειπωθεί πως ο άνεμος κάνει τη διαφορά στα σταφύλια (Jagoutz, 2010).

Επιπλέον ο αέρας χτυπάει τους φλοιούς των σταφυλιών και τους παχαίνει. Δεδομένου ότι όλη η γεύση των σταφυλιών βρίσκεται στο φλοιό, ως τελικό αποτέλεσμα λαμβάνονται υπέροχες συμπυκνωμένες γεύσεις στο κρασί (Karen, 2015). Η έντονη έκθεση του αμπελώνα στον άνεμο σημαίνει ότι τα αμπέλια δίνουν τσαμπιά με μικροσκοπικές ράγες, κάτι που οδηγεί σε πολύ γεμάτο και συμπυκνωμένο κρασί. Στις περισσότερες περιοχές της χώρας μας το καλοκαίρι έχουμε πολύ ζεστές μέρες και αρκετά δροσερά βράδια (Karen, 2015). Έτσι λοιπόν η ζέστη της ημέρας προάγει την ωρίμανση και τη γεύση στα κρασιά, ενώ τα δροσερά βράδια επηρεάζουν το οξύ για μια εξαιρετική δομή και αίσθηση στο στόμα.

Όσον αφορά την αντιμετώπιση των ανέμων, η μηχανικές βλάβες θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν με ένα σύστημα συλλογικής υποστύλωσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις βέβαια, τα συστήματα αυτά μπορούν να καταστραφούν όταν προσανατολίζονται κάθετα προς την κατεύθυνση των ανέμων που επικρατούν (Jagoutz, 2010).

Αν και ασυνήθιστη, αυτή η κατάσταση μπορεί να αποφευχθεί προσανατολίζοντας τις σειρές παράλληλα με τους επικρατούντες ανέμους ή/και με τη δημιουργία ανεμοφρακτών. Οι ανεμοφράκτες μπορεί να είναι είτε μόνιμοι (π.χ. μια σειρά δέντρων) είτε προσωρινοί (π.χ. ύφασμα ή περίφραξη που λειτουργεί ως διάφραγμα) (Stafne, 2019). Ωστόσο, οποιοδήποτε φράγμα ανέμου δεν πρέπει να είναι αρκετά κοντά ώστε να μην προκαλεί υπερβολική σκίαση. Η αποξηραντική ζημία που προκαλεί ο άνεμος από την άλλη, αντιμετωπίζεται κυρίως με άρδευση.

Συμπεράσματα

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια από τις κυριότερες παγκόσμιες απειλές που πρέπει να αντιμετωπίσουμε αυτόν τον αιώνα καθώς επηρεάζει πολλούς οικονομικούς τομείς, με τη γεωργία να αποτελεί έναν από τους πιο εκτεθειμένους τομείς, καθώς εξαρτάται άμεσα από κλιματικούς παράγοντες όπως τη θερμοκρασία, την ηλιοφάνεια και τη βροχόπτωση για τη βιωσιμότητά της. Δυστυχώς σύμφωνα με αναφορές της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή, η κλιματική αλλαγή είναι μια από τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές προκλήσεις που θα αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα τις επόμενες δεκαετίες καθώς οι καύσωνες και γενικότερα τα ακραία φαινόμενα υψηλών θερμοκρασιών εμφανίζονται ολοένα και συχνότερα (Venios *et al* 2020).

Τα περισσότερα από τα είδη των φυτών αναπτύσσονται και επιβιώνουν σε θερμοκρασίες μεταξύ 1-40°C, με άριστο εύρος θερμοκρασιών αυτό των 15-30 °C. Με βάση το βλαστητικό στάδιο αναπτύξεως του φυτού εκδηλώνεται και ο βαθμός ευαισθησίας στις ακραίες τιμές της θερμοκρασίας. Η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή θερμοκρασίας για κανονική ανάπτυξη των φυτών εξαρτάται από το είδος του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης και το χρονικό διάστημα που επικρατούν οι χαμηλές ή οι υψηλές θερμοκρασίες (Costa *et al*, 2019). Έχει παρατηρηθεί πως η ταχύτητα προκλήσεως ζημιών στα φυτά είναι μεγαλύτερη στις υψηλές σε σύγκριση με τις χαμηλές θερμοκρασίες αλλά είναι ιδιαίτερα σπάνιο το να εμφανιστούν σε συχνά χρονικά διαστήματα.

Η αμπελοκαλλιέργεια είναι εξαιρετικά ευαίσθητη στο κλίμα και η κλιματική αλλαγή έχει άμεσες συνέπειες με τη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση, τη συγκέντρωση CO₂ αλλά και έμμεσες συνέπειες, στην διαχείριση πόρων, την ενεργειακή απόδοση, τη βιωσιμότητα στην παραγωγή κ.λπ.. Η θερμοκρασία της καλλιεργητικής περιόδου είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες για την οριοθέτηση των περιοχών που είναι κατάλληλες για την καλλιέργεια αμπέλου (*Vitis vinifera*) (Θεοδώρου, 2019). Στις κατάλληλες περιοχές συγκαταλέγονται αυτές με Μεσογειακό κλίμα δηλαδή ζεστά και ξηρά καλοκαίρια, δροσεροί και υγροί χειμώνες.

Η θερμοκρασία του αέρα θεωρείται σημαντικός παράγοντας στη συνολική ανάπτυξη και παραγωγικότητα των αμπελοκαλλιιεργειών. Η φυσιολογία του αμπελιού, ο μεταβολισμός και η σύνθεση των καρπών επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Θεοδώρου, 2019). Παρόλο που η καλλιέργεια αυτή έχει καλή προσαρμογή στις περιβαλλοντικές καταπονήσεις, οι αρνητικές θερμοκρασίες κατά την άνοιξη μπορεί να βλάψουν σοβαρά τους αναπτυσσόμενους οφθαλμούς, τα φύλλα και τους βλαστούς.

Σοβαρές απώλειες σε μια αμπελοκαλλιέργεια μπορούν εξίσου να δημιουργηθούν και από διάφορα άλλα ακραία καιρικά φαινόμενα. Οι ζημιές που προκαλεί ο παγετός είναι εντονότερες και συχνότερες από αυτές που προκαλούν οι υψηλές θερμοκρασίες. Χωρίζονται σε δυο κατηγορίες τους εαρινούς και τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς παγετούς, οι οποίοι είναι αμελητέοι. Οι εαρινοί είναι αυτοί που προκαλούν τις μεγαλύτερες ζημιές, όπως μαύρισμα των οφθαλμών, μαρασμό των νεαρών βλαστών, νεκρώσεις φύλλων κ.ά. (Hickey et al. 2018).

Το χαλάζι είναι ικανό να προκαλεί αρκετές ζημιές όσον αφορά την ποιότητα και την ποσότητα των σταφυλιών αλλά και στην μετέπειτα ανάπτυξη του αμπελιού. Προκαλεί πληγές σε καρπούς και νεαρούς βλαστούς, καταστροφή των ανθοφόρων ματιών κ.ά. (Hauptman et al, 2011).

Η πτώση κεραυνού σε έναν αμπελώνα μπορεί να προκαλέσει μέχρι και ολική νέκρωση των πρέμνων με τις σοβαρότερες ζημιές να εντοπίζονται στις κορυφές των βλαστών. Τέλος η επίδραση του ανέμου σε έναν αμπελώνα είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι μπορεί να προκαλέσει ζημιά στα φύλλα και στους καρπούς αλλά και να επηρεάσει την ανθεκτικότητα του στο κρύο (Ρούμπος, 2003).

Τα συνεχόμενα στοιχεία για σοβαρές κλιματικές αλλαγές μέσα στις επόμενες δεκαετίες απαιτούν τη λήψη μέτρων προσαρμογής. Πολλές έρευνες έως τώρα σε παγκόσμια εμβέλεια έδειξαν σημαντική μείωση της καταλληλότητας ορισμένων σημαντικών αμπελοκαλλιεργητικών περιοχών. Ως αποτέλεσμα, πρέπει να παρθούν τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής κυρίως με την ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών προσαρμογής και μετριασμού σε περιφερειακές κλίμακες (Θεοδώρου, 2019).

Οι καλλιεργητές με τον καιρό αποκτούν μεγαλύτερη επίγνωση αυτού του προβλήματος, καθώς ο στρατηγικός σχεδιασμός θα τους προσφέρει ένα μεγάλο και σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των ανταγωνιστών.

Η ουσιαστική συμβολή αυτών των στρατηγικών στη μείωση των επιπτώσεων εξ' αιτίας της αλλαγής του κλίματος εξακολουθεί να μην έχει αποσαφηνιστεί. Ο περιορισμός των επιπτώσεων θα επιτευχθεί με την σωστή οργάνωση και με την πρόληψη και αντιμετώπιση των επικείμενων ζημιών από την ξηρασία και από τα ακραία καιρικά φαινόμενα όπως ο παγετός, η χαλαζόπτωση, η πτώση κεραυνών, οι ισχυροί άνεμοι κ.ά..

Τα βραχυπρόθεσμα μέτρα προσαρμογής μπορούν να θεωρηθούν ως η κύρια στρατηγική προστασίας έναντι της κλιματικής αλλαγής και πρέπει να επικεντρωθούν σε συγκεκριμένες απειλές με στόχο τη βελτιστοποίηση της παραγωγής. Τα μέτρα αυτά συνεπάγονται κυρίως αλλαγές στις πρακτικές διαχείρισης (π.χ. άρδευση, αντηλιακά για την προστασία των φύλλων), ενώ οι αλλαγές στις οινολογικές πρακτικές, μέσω της τεχνολογικής προόδου, μπορεί επίσης να έχουν θετικές επιπτώσεις στην ποιότητα του οίνου (Θεοδώρου, 2019).

Συνοψίζοντας, η κλιματική αλλαγή αναμένεται να φέρει νέες προκλήσεις μεγάλου ενδιαφέροντος στον αμπελουργικό τομέα. Αν και τα αμπέλια έχουν ποικίλες στρατηγικές επιβίωσης (π.χ. βαθύ ριζικό σύστημα, αποτελεσματικό στοματικό έλεγχο), η αμπελοκαλλιέργεια είναι συνδεδεμένη σε μεγάλο βαθμό με το κλίμα. Ως αποτέλεσμα, τα συνεχώς αυξανόμενα στοιχεία για σημαντικές κλιματικές αλλαγές μέσα στις επόμενες δεκαετίες απαιτούν την άμεση λήψη μέτρων προσαρμογής.

Βιβλιογραφία

- Agenda. Ge, (2018). «Anti-hail rockets prevent hail, protect grapes in Kakheti». <https://agenda.ge/en/news/2016/2265>
- Agrios, N., G., (2017). «Φυτοπαθολογία». Υτοπια. Αγία Παρασκευή.
- Bonada, M. , Sadras, V., O., (2014). «*Review: critical appraisal of methods to investigate the effect of temperature on grapevine berry composition*». Australian Journal of Grape and Wine Research, 21(1): 1-17.
- Bucur, M., G., Bades, C. A., (2016). «*Research on Trends in Extreme Weather Conditions and their Effects on Grapevine in Romanian Viticultuer*». Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Horticulture 73(2): 126-134.
- Cameron W., Petrie, P., R., Barrow, E., W., R., Howell, K., Jarris, C., Fuentes, S., (2021). «A comparison of the effect of temperature on grapevine phenology between vineyards». OENO One, 55(2).
- Cameron, W., Petrie, P., R., Barlow, E., W., R., (2022). «*The effect of temperature on grapevine phonological internals: Sensitivity of budburst to flowering*». Agricultural and Forest Meteorology, 315 (15).
- Cogato, A., Wu, L., Jewan, Y., S., Meggio, F., Sozzi, M., Pagay, V., (2021). «*Evaluating the Spectral and Physiological Responses of Grapevines (vitis vinifera L.) to Heat and Water Stress under Different Vineyard Cooling and Irrigation Strategies*». Agronomy, 11(10).
- Costa, J. M., Egipto, R., Sanchez- Virosta, A., Lopes, C. M., and Chaves M. M. (2019). «*Canopy and soil thermal patterns to support water and heat stress management in vineyards*». Agricultural Water Management, Volume 216, p.p 484-496.
- Delay, E., Piou, C., Quenol, H., (2015). «*The Mountain Environment a Driver for Adaptation to Climate Change*». Land Use Policy, 48: 51-62.
- Froni, T., Tombesi, S., Lucioni, E., Sabbatini, P., Berios, J., G., Palliotti, A., (2019). «Kaolin treatments on Pinot noir grapevines for the control of heat stress damages». BIO Web of Conferences,13.
- Hauptman S. (2011). «*Tehnološki ukrepi za sanacijo po neurju s točko*». KGZ Maribor.
- Hickey, C., Smith, E., and Knox, P., (2018). «*Vineyard Frost Protection*». University of Georgia Extension.
- Jayoutz, H., (2010). «*The effect of wind*». Geoloyische Abhandlungin von Hessen, 114: 42-53.
- Karen, D., (2015). «*How does wind change your wine*». Inside The CA Wine Club.
- Kramer, K., (2019). «*How does September rain effect the grapes*». Kramer Vineyards.

- Lopes, C., M., Costa, J., M., Monteiro, A., Egipto, R., Tejero, I., Chaves, M., M., (2014). «*Varietal behavior under water and heat stress*». 2nd International Symposium.
- Lungu, M., (2009). «*Fenomene climatice de risc din Dobrogea*». Editura Universitara, Bucuresti, 146
- Lungu, M., Pahaitescu, L., Cracu, G., Nita, S., Sonel, M., E., (2010). «*Hail- A risk climatic phenomenon in Dobroga*». Componenteale Mediului, Cluj-Napoca, 277-282.
- Luscher, J., M., et al, (2016). «*Sensitivity of Grapevine Phenology to Water Availability, Temperature and CO2 Concentration*». Frontiers in Environmental Science.
- Martinson, T., (2019). «*Wind Damage to Grapevines*». Cornell University and Fritz Westover, Texas AgriLife Extension.
- Minton, V., Howeron, H., Cde, B., (2017). «*Vineyard Frost Protection a Guide for Northern Coastal California*». Sotoyome RCD.
- Mosedale, J., R., et al, (2016). «*Climate change impacts and adoptive strategies lessons from the grapevine*». Global Change Biology, 22(11): 3814-3828.
- Naude, R., T., Naude, M., (2019). «*Impact of Climate Change and Extreme Weather Conditions on Wine growing within the Stellen bosch region*». Journal of Contemporary Management, 16(2): 111-134.
- Pagay, V., Collins, C., (2017). «*Effects of timing and intensity of elevated temperatures on reproductive development of field- grown Shirah grapevines*». OENO One, 51(4).
- Perry, L., (2010). «*Cold Climate Grapes*». University of Vermont Extension.
- Puckette, M., (2015). «*Why you Should Know Where your Wine Grows*». Wine Folly.
- Riley, L., (2015). «*Rainfall close to harvest*». Grapegrower & Winemaker, 614: 32.
- Sadras, V., O., Moran, M., A., (2013). «*Nonlinear effects of elevated temperature on grapevine phenology*». Agricultural and Forest Meteorology, 173(15): 107-115.
- Shanmuganathan, S., Sallis, B., Naragahan, A., (2010). «*Data Mining Techniques for Modeling the Influence of Daily Extreme Weather Conditions on Grapevine Wine Quality and Perennial Crop Yield*». 2th International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks.
- Stafne, E., (2019). «*Wind Damage to Grapevines*». Mississippi State University.
- Stern, P., (2018). «*How weather and Climate Affect Wine*». WTSO, 101.
- Sturman, A., et al, (2018). «*Development of advanced Weather and Climate modelling tools to help vineyard regions adapt to climate change*». MPI Technical Paper, 23.
- Venios, X., Korkas, E., Nisiotou, A., Banilas, G., (2020). «*Grapevine Responses to Heat Stress and Global Warming*». Plants, 9(12): 1735

- Whiting, J., (2012). «*Recovery from Hail Damage- Grapevines*». Agriculture Victoria State Government.
- Δημητράκη, Κ., Γ., (2010) «*Αμπελουργία*». ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΗΣ. Αθήνα.
- Θεοδώρου, Μ., (2019). «*Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην καλλιέργεια του αμπελιού. Μελέτη περίπτωσης για το νησί της Σάμου*». Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού. Ρόδος.
- Νικολάου, Ν., Α., (2011). «*Αμπελουργία*». Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.
- Παναγόπουλος, Γ., Χ., (2007). «*Ασθένειες Καρποφόρων Δενδρών και Αμπέλου*». ΣΤΑΜΟΥΛΗ. Αθήνα.
- Ρούμπος, Χ., Ι, (2003). «*Ασθένειες και εχθροί της αμπέλου*». ΣΤΑΜΟΥΛΗ. Αθήνα.
- Τζάμος, Κ., Ε., (2007). «*Φυτοπαθολογία*». ΣΤΑΜΟΥΛΗ. Αθήνα.
- Τσακίρης, Α., (2011). «*Αμπελουργία + Οινοποίηση*». Ψυχάλου. Αθήνα.
- Τσακίρης, Α., (2014). «*Οινολογία*». Ψυχάλου. Αθήνα.
- Τσέτουρας, Π., Λ., (2009). «*Η τέχνη της Αμπελουργίας*». ΣΤΑΜΟΥΛΗ. Αθήνα.
- Χαραλαμπίδης, Κ., (2009). «*Αναπτυξιακή Μοριακή Βιολογία Φυτών*». ΕΜΒΡΥΟ. Αιγάλεω.
- Ψυχάλου, Μ., (2009). «*Το αμπέλι*». Ψυχάλου. Αθήνα.