

Χειμερινός λήθαργος φυλλοβόλων οπωροφόρων και ακρόδρυων δένδρων.

I. Επιπτώσεις μειωμένου ψύχους στην παραγωγικότητα και πρακτικές αντιμετώπισης

Δρ. Παντελίδης Γεώργιος, Δρ. Δρογούδη Παυλίνα Ομ. καθ. Βασιλακάκης Μιλτιάδης

Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας,
Πόρων, ΕΛΓΟ 'ΔΗΜΗΤΡΑ' Εργαστήριο Δενδροκομίας
Σ.Σ. Νάουσας 38, Νάουσα
Ιστοσελίδα: www.pomologyinstitute.gr

Περίληψη

Οι απαιτήσεις των φυλλοβόλων οπωροφόρων δένδρων σε ψύχος κατά τη διάρκεια του χειμώνα καθορίζουν τις περιοχές όπου μπορεί να καλλιεργηθεί μία ποικιλία καθώς και αποτελεί ένα επίκαιρο αντικείμενο μελέτης λόγω της κλιματικής αλλαγής. Στην παρούσα εργασία, για πρώτη φορά, υπολογίστηκαν και παρουσιάζονται: i) η συσσώρευση ψύχους κατά τη διάρκεια τριών χειμερινών περιόδων σε περιοχές της Ελλάδος και Κύπρου εφαρμόζοντας διαφορετικά μοντέλα, καθώς και ii) πρόδρομα πειραματικά αποτελέσματα των απαιτήσεων σε ψύχος ποικιλιών ροδακινιάς, νεκταρινιάς και ακτινιδιάς που καλλιεργούνται στην Ελλάδα. Επίσης, γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση: α) των επιπτώσεων ελλιπούς ψύχους στην παραγωγή και ποιότητα των καρπών, β) στα μοντέλα υπολογισμού της συσσώρευσης ψύχους, γ) στις απαιτήσεις σε ψύχος διαφορετικών ειδών και ποικιλιών, καθώς και δ) στις εφαρμοζόμενες καλλιεργητικές πρακτικές ή χρήση χημικών ενώσεων για την αντιμετώπιση του ελλιπούς ψύχους. Μεγάλες διαφορές στη συσσώρευση ψύχους παρατηρείται σε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδος αλλά και μεταξύ κοντινών περιοχών με διαφορετικό υψόμετρο. Η μη κάλυψη των απαιτήσεων των οφθαλμών σε ψύχος μπορεί να οδηγήσει σε μείωση και υποβάθμιση της παραγωγής καρπών, ακόμα και σε εγκατάλειψη μιας καλλιέργειας. Γι' αυτό είναι σημαντικό να μετρώνται οι ώρες ψύχους και τα δεδομένα να είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο καθώς και να γνωρίζουμε τις απαιτήσεις σε ψύχος των ποικιλιών που καλλιεργούνται στη χώρα μας και να εφαρμόζονται τα κατάλληλα καλλιεργητικά μέτρα ή ψεκασμοί σε περιόδους ελλιπούς ψύχους. Τέλος, σε περιοχές με υψηλό ψύχος, πρωίμιση της παραγωγής μπορεί να προκληθεί με την εφαρμογή ψεκασμών με χημικές ουσίες εάν εφαρμοστεί στον κατάλληλο χρόνο.

1. Λήθαργος και παραγωγή φρούτων

Τα φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα και ακρόδρυα της ευκράτου ζώνης όπως μηλιά, αχλαδιά, κερασιά, δαμασκηλιά, βερικοκιά, ροδακινιά, ροδιά, καθώς και ακρόδρυα

όπως καρυδιά, αμυγδαλιά και φιστικιά, έχουν αναπτύξει έναν φυσικό μηχανισμό ανοχής στις αντίξοες χειμερινές καιρικές συνθήκες, και αυτός είναι ο λήθαργος των οφθαλμών. Ο λήθαργος ξεκινά από την πτώση των φύλλων και διαρκεί μέχρι την έκπτυξη των οφθαλμών, όταν περάσει η περίοδος των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα.

Τα δένδρα για να καταλάβουν την περίοδο που πρέπει να βγουν από το λήθαργο έχουν αναπτύξει μηχανισμό καταμέτρησης των θερμοκρασιών (είδος μνήμης), ο οποίος αποτελείται από δύο μέρη. Κατά το πρώτο μέρος του ληθάργου (εσωτερικός λήθαργος- endodormancy), τα δένδρα αντιλαμβάνονται 'το χρονικό διάστημα και την ένταση του κρύου' (απαιτήσεις σε ψύχος για τη διάσπαση του ληθάργου), ενώ κατά το δεύτερο μέρος που ακολουθείται (ονομάζεται ecodormancy) τα δένδρα περνούν μια περίοδο εξόδου από το λήθαργο και απαιτούν υψηλότερες θερμοκρασίες. Συνεπώς οι οφθαλμοί έχουν ανάγκη από χαμηλές και μετά υψηλές θερμοκρασίες για να ξεκινήσουν την ανάπτυξή τους (Luedeling, 2012).

Υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ ειδών αλλά και ποικιλιών σε ένα είδος, ως προς τις ανάγκες σε ψύχος για να διασπαστεί ο λήθαργος. Όταν ποικιλίες με μεγάλες απαιτήσεις σε ψύχος αναπτύσσονται σε ζεστότερες περιοχές από αυτές που προέρχονται, παρατηρείται μειωμένη ή ασταθής παραγωγή και δεν είναι δυνατή η εμπορική τους εκμετάλλευση. Στην περίπτωση των ποικιλιών με μικρές απαιτήσεις σε ψύχος που καλλιεργούνται σε περιοχές με πολλές ώρες χαμηλών θερμοκρασιών, παρατηρείται πρόωπη άνθηση (διασπάται νωρίς ο λήθαργος) και συχνά παρατηρούνται ζημιές από πολύ χαμηλές θερμοκρασίες στους διογκωμένους οφθαλμούς (παρουσία ανωμαλιών στα άνθη και μικρή καρπόδεση), ή όψιμοι παγετοί (σοβαρές ζημιές στην παραγωγή).

Λόγω του ότι οι διαφορές μεταξύ ποικιλιών ως προς τις απαιτήσεις σε ψύχος είναι συχνά περισσότερο έντονες σε σύγκριση με τις διαφορές που έχουν ως προς τις απαιτήσεις σε ζέστη, συμβαίνει οι απαιτήσεις σε ψύχος συχνά να συσχετίζονται με τον χρόνο άνθησης. Έτσι μία ποικιλία με μικρές απαιτήσεις σε ψύχος μπορεί να είναι και πρωιμανθής. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την παραγωγή ειδών που απαιτούν επικονίαση όταν εγκατασταθούν σε διαφορετικό κλίμα, γιατί εάν μεταξύ των ποικιλιών που επικονιάζονται, υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις σε ψύχος μπορεί να μην υπάρχει συγχρονισμός στην άνθηση. Για παράδειγμα οι ευρέως καλλιεργούμενες στην Ισπανία ποικ. αμυγδαλιάς 'Marcona' και 'Desmayo Largueta' έχουν συγχρονισμένη άνθηση σε ζεστές περιοχές και μη συγχρονισμένη σε ψυχρές περιοχές (Campoy et al., 2011).

Όσο περισσότερο ψύχος δεχτεί ένα δένδρο τόσο λιγότερη ζέστη απαιτείται για να ξεκινήσει η βλάστηση και γι' αυτό βλέπουμε μετά από έναν ψυχρό χειμώνα το εύρος έναρξης άνθησης μεταξύ διαφορετικών ποικιλιών να είναι μικρό.

Επιπλέον, οι διαφορές ως προς το τις απαιτήσεις σε ψύχος είναι περισσότερο έντονες και καθοριστικής σημασίας για τον εγκλιματισμό μίας ποικιλίας σε άλλη περιοχή από την προέλευσή της, σε σύγκριση με τις απαιτήσεις σε θερμότητα και γι' αυτό δίδεται ιδιαίτερη σημασία στην παρούσα εργασία.

Στους νομούς Ημαθίας και Πέλλας παρατηρείται ικανοποιητικό ψύχος για όλα τα φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα και η έλλειψη υψηλών θερμοκρασιών είναι η αιτία καθυστέρησης στην έκπτυξη των οφθαλμών την άνοιξη. Στις παραπάνω περιοχές δεν ενδείκνυται η καλλιέργεια ποικιλιών με μικρές απαιτήσεις σε ψύχος (πχ. ροδακινιά 'Sweet early', 'Plagold', 'Early Bomba' αμυγδαλιές όπως 'Ferragnes') γιατί παρατηρούνται συχνά ζημιές από παγετό. Επίσης, στις παραπάνω περιοχές και σε ποικιλίες που απαιτούν επικονίαση, εάν επικρατήσουν ικανοποιητικές θερμοκρασίες κατά την άνθηση, τότε παρατηρείται βραχεία ανθική περίοδος και αυτό συνδέεται με μειωμένη παραγωγή γιατί δεν είναι δυνατό να δράσουν αποτελεσματικά οι μέλισσες. Σ' αυτή την περίπτωση συνιστάται η τοποθέτηση μελισσιών στον οπωρώνα.

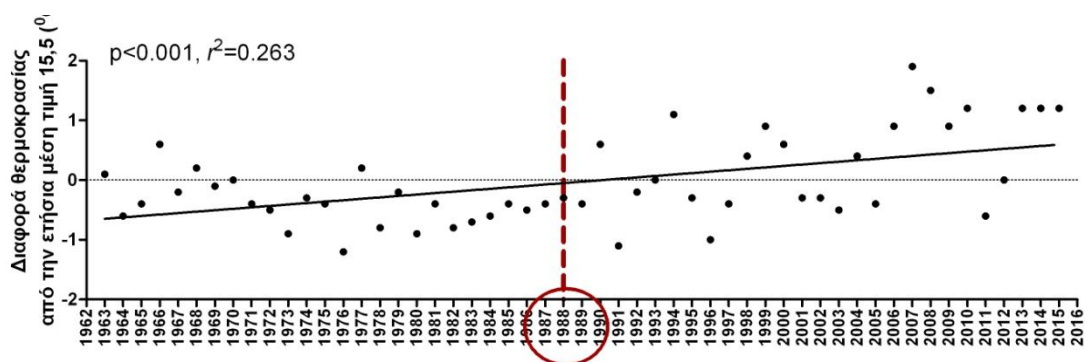


2. Κλιματική αλλαγή και λήθαργος

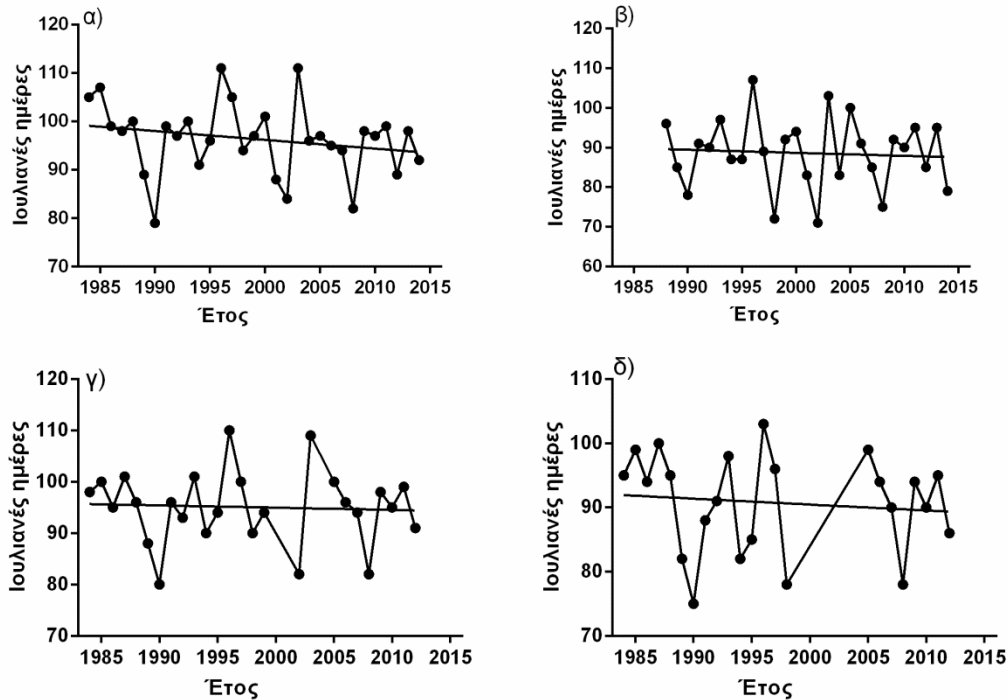
Σημαντική άνοδος της ελάχιστης θερμοκρασίας, και συνεπώς μειωμένη συσσώρευση ψύχους, έχει καταγραφεί σε πολλές ηπειρωτικές περιοχές, σε σύγκριση με την προ-βιομηχανική περίοδο λόγω της κλιματικής αλλαγής (Baldocchial et al., 2008; Luedelrig et al., 2009). Μοντέλα πρόβλεψης της κλιματικής αλλαγής δείχνουν πως στο μέλλον σημαντική μείωση συσσώρευσης ψύχους θα παρατηρηθούν κυρίως στις θερμές περιοχές, μικρότερες σε ηπειρωτικές περιοχές, ενώ σε ψυχρές περιοχές μπορεί και να υπάρχει και αύξηση του ψύχους. Σε ζεστές περιοχές της Μεσογείου αναμένεται να παρατηρηθεί σημαντική μείωση στη συσσώρευση ψύχους (Luedeling et al., 2015).

Στη Νάουσα από το 1963 μέχρι το 2015 καταγράφηκε αύξηση της ετήσιας μέσης θερμοκρασία κατά 1.3°C κατά τα τελευταία 52 χρόνια (**Σχήμα 1**), σύμφωνα με ανάλυση ιστορικών μετεωρολογικών δεδομένων στο Τμήμα Φυλλοβόλων

Οπωροφόρων Δένδρων (Drogoudi et al., 2017). Το παραπάνω μέγεθος αύξησης της θερμοκρασίας είναι ανάλογο με αυτό που καταγράφηκε σε Γερμανία (1,45°C) τα τελευταία 50 χρόνια (Blanke and Kunz, 2017), δείχνοντας πως η κλιματική αλλαγή είναι γεγονός και στην περιοχή μας. Επίσης, αποτελέσματα ανάλυσης ιστορικών δεδομένων του χρόνου άνθησης έδειξαν πως παρατηρήθηκε πρωίμιση στο χρόνο άνθησης τεσσάρων ποικιλιών κερασιάς που μελετήθηκαν ('B. Burlat', 'Larian', 'Vogue' και 'Τραγανά Εδέσσης') από 0,8 μέχρι 5,4 ημέρες, από το 1983 μέχρι το 2015 (Drogoudi et al., 2017) **(Σχήμα 2)**. Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί πρωίμιση στην έναρξη άνθησης σε πολλά είδη και περιοχές καθώς και την επιμήκυνση της βλαστικής περιόδου (Kolarona et al., 2014). Επίσης, αυξάνεται ο κίνδυνος να εκτεθούν τα δένδρα σε ανοιξιζατικούς παγετούς ή μη σταθερή παραγωγή σε ποικιλίες με μεγάλες απαιτήσεις σε ψύχος όταν βρίσκονται σε περιοχές με οριακό ή ελλειμματικό ψύχος.



Σχήμα 1. Διαφορές θερμοκρασίας από το μέσο όρο των 15,5°C για την περίοδο 1963-2015. Η αύξηση της θερμοκρασίας τοποθετείται μετά το 1988.



Σχήμα 2. Ημερομηνίες έναρξης άνθησης στις ποικιλίες κερασιάς α) 'Τραγανά Εδέσσης', β) 'B. Burlat', γ) 'Vogue', και δ) 'Larian' στη Νάουσα από το 1984 έως 2015 (Drogoudi, Kazantzis and Blanke, 2017).

3. Συμπτώματα ελλιπούς ψύχους

Η έλλειψη σε ψύχος προκαλεί ποικίλα συμπτώματα που διαφέρουν μεταξύ διαφορετικών ειδών, και είναι αυξανόμενα σε ένταση ανάλογα με τον βαθμό έλλειψης ψύχους (Atkinson et al., 2013). Παρακάτω αναφέρονται μερικά συμπτώματα ελλιπούς κάλυψης ψύχους.

1. Καθυστέρηση **στο χρόνο άνθησης** και έκπτυξης των βλαστοφόρων οφθαλμών, καθώς και παρατεταμένη άνθηση.
2. **Πτώση των οφθαλμών.** Στα πυρηνόκαρπα η πτώση οφθαλμών μπορεί να είναι μικρή και να προκαλέσει φυσικό αραίωμα. Στην μηλιά η οποία έχει μείγμα ανθοφόρων και βλαστοφόρων οφθαλμών, η έλλειψη ικανοποιητικού ψύχους μπορεί να προκαλέσει οι λαμβούρδες να μοιάζουν με βλαστοφόρο οφθαλμό.
3. **Ποιότητα ανθέων και καρπόδεση.** Η έλλειψη ικανοποιητικού ψύχους μπορεί να προκαλέσει την παρουσία ατελών ανθέων. Στη ροδακινιά τα άνθη μπορεί να μην έχουν στίγμα και στύλους, είναι δηλαδή ατελή και δεν μπορούν να

σηματιστούν καρποί. Στην κερασιά τα άνθη μπορεί να έχουν μικρό μέγεθος και μικρό μίσχο ή μη ικανοποιητική φυλλική επιφάνεια για να καλύψει τις ανάγκες τους. Τα παραπάνω μειώνουν την ικανότητα για καρπόδεση και γι' αυτό συνιστάται η τοποθέτηση κυψελών για να βοηθήσει την επικονίαση στα υπάρχοντα άνθη.

4. **Ποιότητα καρπών.** Η παρατεταμένη άνθηση προκαλεί παραλλακτικότητα στο ρυθμό ανάπτυξης των καρπών και το μέγεθος των καρπών (Φωτ. 1), την ημερομηνία συγκομιδής και την 'ποιότητα' των καρπών. Επίσης παρατηρούνται μικρότερα μεγέθη καρπών. Στα ροδάκινα παρουσιάζονται παραμορφωμένοι καρποί έχοντας επιμήκυνση στη βάση τους (Φωτ. 2), ενώ ένταση του φαινομένου διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών.
5. **Βλαστική ανάπτυξη και διαφοροποίηση.** Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των οφθαλμών στις απαιτήσεις σε ψύχος ανάλογα με τη θέση τους στο δένδρο. Οι βλαστοφόροι οφθαλμοί της κορυφής έχουν μικρότερες απαιτήσεις σε ψύχος, σε σύγκριση με αυτούς που βρίσκονται στα πλάγια. Αυτό προκαλεί ισχυρή κυριαρχία κορυφής λόγω της μειωμένης πλάγιας βλάστησης. Η εφαρμογή κυτοκινινών μπορεί να μειώσει την κυριαρχία κορυφής και να βοηθήσει την ανάπτυξη των πλάγιων βλαστών. Το ίδιο μπορεί να γίνει και με το κλάδεμα των βλαστών της κορυφής.



Φωτ. 1. Παρουσία μικρών και μεγάλων καρπών στον ίδιο βλαστό



Φωτ. 2 Παραμορφωμένος καρπός έχοντας επιμήκυνση στη βάση του.

4. Τι μέτρα παίρνουμε όταν δεν υπάρχει αρκετό ψύχος;

4.1 Καλλιεργητικές πρακτικές

Σε περιοχές όπου δεν υπάρχει αρκετό ψύχος το χειμώνα, συνιστάται η **φύτευση ποικιλιών με μικρές απαιτήσεις σε ψύχος**. Η έλλειψη δεδομένων ως προς τις απαιτήσεις ποικιλιών σε ψύχος, καθώς και η πιθανόν μειωμένη ελκυστικότητα των ποικιλιών με μικρές απαιτήσεις σε ψύχος ως προς τα ποιοτικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά τους, δυσχεραίνουν την επιλογή ποικιλιών.

Η εφαρμογή τεχνικών που σκοπό έχουν τον **δροσισμό** των δένδρων κατά μερικούς βαθμούς κατά τη διάρκεια των θερμών ωρών της ημέρας έχει θετική επίδραση στην αύξηση της συσσώρευσης ψύχους. Ο δροσισμός μπορεί να επιτευχθεί με ψεκασμό των δένδρων με καολίνη που αντανακλά την ηλιακή ενέργεια.

Η εφαρμογή χειρισμών του δένδρου που **μειώνουν τη ζωηρότητά** τους, όπως ο οριζόντιος προσανατολισμός των κλάδων, και μείωση των αρδεύσεων και λιπάνσεων αργά το Φθινόπωρο μπορεί να μειώσουν και τις απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες (Erez, 1995). Επίσης, σε περιοχές και περιόδους με μειωμένο ψύχος συνιστάται η καθυστέρηση του χειμερινού κλαδεύματος γιατί το πρώιμο κλάδευμα έχει την δυνητικότητα να προκαλέσει την έκπτυξη των οφθαλμών.

Αναφέρεται πως υπάρχουν διαφορές στις απαιτήσεις σε ψύχος ανάλογα με τη θέση των οφθαλμών στο δένδρο. Οι βλαστοφόροι οφθαλμοί της κορυφής έχουν μικρότερες απαιτήσεις σε ψύχος, σε σύγκριση με αυτούς που βρίσκονται στα πλάγια. Η εφαρμογή κυτοκινινών μπορεί να μειώσει την κυριαρχία κορυφής και να βοηθήσει την ανάπτυξη των πλάγιων βλαστών. Το ίδιο μπορεί να γίνει και με το **κλάδεμα των βλαστών της κορυφής**. Στη ροδακινιά, δεν συνιστάται να **κλαδεύονται όλοι οι κοντοί βλαστοί** σε ποικιλίες με υψηλές απαιτήσεις σε ψύχος

γιατί αυτοί οι οφθαλμοί έχουν μικρότερες απαιτήσεις σε ψύχος. Εάν οι ανθοφόροι οφθαλμοί σε ποικιλίες με υψηλές απαιτήσεις δεν διογκώθηκαν ή έπεσαν, να μην γίνεται κλάδεμα μέχρι να εκπτυχθούν οι βλαστοφόροι οφθαλμοί για να υπάρχει ικανοποιητική βλαστική ανάπτυξη την τρέχουσα χρονιά. Εάν τα άνθη έχουν καλό στίγμα, να τοποθετηθούν κυψέλες στον οπωρώνα γιατί η γύρη έχει φτωχή ποιότητα.

Η παρατεταμένη **διατήρηση του φυλλώματος πάνω στο δένδρο το Φθινόπωρο**, λόγω ευνοϊκών θερμοκρασιών, αυξάνει τις απαιτήσεις σε ψύχος. Γι' αυτό καλλιεργητικές πρακτικές που προωθούν τη διατήρηση του φυλλώματος πάνω στο δένδρο τον Φθινόπωρο (λίπανση και πότισμα), αυξάνουν τις απαιτήσεις σε ψύχος και πρέπει να αποφεύγονται.

Ψεκασμός δένδρων μηλιάς με ζεστό νερό μπορεί να προκαλέσει τη διάσπαση του λήθαργου, όμως είναι δύσκολο να εφαρμοστεί πρακτικά και οικονομικά (Atkinson et al., 2013).

Σε περιοχές με μικρό γεωγραφικό πλάτος εφαρμόζεται η καλλιεργητική τεχνική **‘αποφυγής του ληθάργου’** κατά την οποία ο λήθαργος αποφεύγεται εάν εφαρμοστεί ένα ισχυρό κίνητρο για την αύξηση της βλάστησης πριν την είσοδό τους στο λήθαργο. Η πιο ευρέως εφαρμοσμένη τεχνική είναι η πρόωρη φυλλόπτωση με χημικά μέσα (ψεκασμός με Ethrel ή Ethephon) και η έκπτυξη των οφθαλμών διεγείρεται ψεκάζοντας με γιββερελλίνες, πρακτική που εφαρμόζεται στα βατόμουρα. Επίσης, σε τροπικά κλίματα η έκπτυξη των οφθαλμών μπορεί να γίνει με άφθονη άρδευση μετά από περίοδο ξηρασίας. Αυτή η καλλιεργητική πρακτική οδηγεί σε περισσότερες από μία παραγωγές το έτος και είναι αποτελεσματική σε ποικιλίες με μικρές απαιτήσεις σε ψύχος και τροπικά κλίματα (συνήθης πρακτική στη λεμονιά).

4.2 Εφαρμογή ψεκασμών

Μία γκάμα χημικών προϊόντων αναφέρεται πως έχει θετική επίδραση στη διάσπαση του λήθαργου όταν εφαρμοστούν σωστά. Η αποτελεσματικότητά τους επηρεάζεται κυρίως από το χρόνο εφαρμογής τους. Ο ψεκασμός μπορεί να μην έχει καλά αποτελέσματα εάν τα δένδρα δεχτούν πολύ λιγότερο ψύχος από αυτό που έχουν ανάγκη ενώ η μέγιστη αποτελεσματικότητα επιτυγχάνεται όταν τα δένδρα έχουν δεχτεί ένα σημαντικό μέρος (70%) από τις ανάγκες τους σε ψύχος. Μεγαλύτερη επίδραση έχουν οι ψεκασμοί τις χρονιές με λιγότερο ψύχος. Επίσης, μπορεί να προκληθεί φυτοτοξικότητα στις υψηλές δόσεις (νέκρωση οφθαλμών και κλάδων) και καθυστερημένες εφαρμογές.

Στη Νότια Ισπανία, για ποικιλίες βερικοκιάς με μικρές ή μέσες απαιτήσεις σε ψύχος, αναφέρεται πως έχει καλά αποτελέσματα η εφαρμογή του Erger® (30 L) σε συνδυασμό με το Active Erger® (50 L) (πρόκειται για μείγμα νιτρικής αμμωνίας και νιτρικού ασβεστίου) σε 1000 L νερό (προσωπική επικοινωνία με J. García Brunton, IMIDA). Επιτυχημένες εφαρμογές στη διάσπαση του ληθάργου ποικιλιών βερικοκιάς έχουν γίνει με την εφαρμογή του **Erger®** και στην Ελλάδα (Ρούσσος Π.). Τα **σκευάσματα** Syncron® και Vorax® σε συνδυασμό με νιτρικό κάλιο και λάδι, επίσης αναφέρονται ως διασπαστές του ληθάργου. Ψεκασμοί με Νιτρικό Κάλι επίσης γίνονται για τη διάσπαση του ληθάργου αλλά δεν είναι τόσο αποτελεσματικοί από μόνοι τους, συνιστώνται να εφαρμόζονται σε συνδυασμό με τα παραπάνω σκευάσματα (Camproy et al., 2011).

Το σκεύασμα **Lift^R** (Thidiazuron με χειμερινά λάδια) όταν εφαρμόστηκε με ψεκασμό 5 με 6 εβδομάδες πριν την πλήρη άνθιση σε συγκέντρωση 3 - 4%, ανάλογα με τη συσσώρευση ψύχους και τις απαιτήσεις της ποικιλίας, έδωσε αξιόλογα αποτελέσματα σε αχλάδια, κεράσια και δαμάσκηνα (Costa et al., 2004).

Σκευάσματα τα οποία απαγορεύτηκε η χρήση τους ως πολύ τοξικά για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, ενώ ήταν αποτελεσματικά στη διάσπαση του ληθάργου ήταν:

α) Δινιτρο-ορθοκρεζόλες (DNOC) σε συνδυασμό με χειμερινά λάδια: Χρησιμοποιήθηκαν για πολλά χρόνια σε μηλιές και αχλαδιές στη Νότια Αφρική για τη διάσπαση του ληθάργου.

β) Το σκεύασμα Dormex^R (hydrogen cyanamide) σε χαμηλή συγκέντρωση (0.5% to 1%) σε συνδυασμό με χειμερινά λάδια (3 - 4%) ήταν επίσης αποτελεσματικό σε ακτινιδιές, ροδακινιές, δαμασκηγιές, βερικοκιές και μηλιές.

Συμπερασματικά, για να γίνει εφαρμογή χημικών ουσιών για τη διάσπαση του ληθάργου θα πρέπει καταρχήν να μετρώνται οι ώρες ψύχους και θα βοηθούσε εάν τα δεδομένα συσσώρευσης ψύχους διαφορετικών περιοχών είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο. Επίσης, πολύ σημαντικό είναι να γνωρίζουμε τις απαιτήσεις σε ψύχος των ποικιλιών που καλλιεργούνται και ο ψεκασμός να γίνει όταν έχει καλυφθεί το 70% των αναγκών της κάθε ποικιλίας. Τέλος, η εφαρμογή των χημικών ουσιών αποτελεί μέρος επίλυσης του προβλήματος σε ορισμένες χρονιές με μειωμένο ψύχος και δεν μπορεί να επιλύσει το πρόβλημα σε περιοχές και ποικιλίες που δεν εγκλιματίζονται.

3. Συμπεράσματα

Τα φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα και ακρόδρυα είναι πολυετείς καλλιέργειες και έχουν μεγάλο κόστους εγκατάστασης. Η εκπλήρωση των αναγκών των ποικιλιών να εκτεθούν σε χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο είναι επιβεβλημένη προκειμένου να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη και κανονική παραγωγή κάθε χρόνο (επετειοφορία). Η εισαγωγή νέων ποικιλιών από το εξωτερικό και η εγκατάστασή τους σε περιβάλλοντα (κλίματα) με διαφορετικές συνθήκες ψύχους μπορεί να προκαλέσει αστοχίες ή ασταθής παραγωγή καρπών.

Βιβλιογραφία:

- Aslani Aslamarz A.A., K. Vahdati, M. Rahemi, D. Hassani 2009. Estimation of the chilling and heat requirement of some Persian walnut cultivars. *HortScience*, 44: 697-701.
- Albuquerque, N., F. Garcia-Montiel, et al., 2008. Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Envir. Exper. Bot.* 64: 162-170.
- Atkinson et al., 2013. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops, *Envir. Exper. Bot.* 91: 48-62.
- Atkinson, C.J., Brennan, R.M., Jones, H.G., 2013. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. *Envir. Exper. Bot.* 91: 48-62.
- Baldocchi, D., Wong, S., 2008. Accumulated winter chill is decreasing in the fruit growing regions of California. *Clim. Change* 87: S153-S166.
- Blanke, M.M., and Kunz, A. 2017. Cherry phenology as a bioindicator for climate change. *Acta Hortic.* 1162: 1-8.
- Campoy et al., 2012. The fulfilment of chilling requirements and the adaptation of apricot (*Prunus armeniaca* L.) in warm winter climates: An approach in Murcia (Spain) and the Western Cape (South Africa). *Eur. J. Agronomy* 37: 43-45.
- Charrier G, Bonhomme M, Lacoïnte A, Améglio T. 2011. Are budburst dates, dormancy and cold acclimation in walnut trees (*Juglans regia* L.) under mainly genotypic or environmental control? *Int J Biometeorol.* 55:763-74.
- Costa, C., Stassen, P.J.C., Mudzunga, J., 2004. Chemical rest breaking agents for the South African pome and stone fruit industry. *Acta Hortic.* 636: 295-302.

- Darbyshire, R., Webb, L., Goodwin, I., Barlow, S., 2011. Winter chilling trends for deciduous fruit trees in Australia. *Agricultural and Forest Meteorology*. 151(8): 1074-1085.
- Dennis, F.G., 2003. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. *HortSci*. 38: 347–350.
- Drogoudi P., K. Kazantzis & M.M. Blanke 2017. Climate change effects on cherry flowering in Northern Greece. *Acta Hortic*. 1162: 45-49.
- Egea, J., Ortega, E., Martínez-Gómez, P., Dicenta, F., 2003. Chilling and heat requirements of almond cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany*. 50(1): 79-85.
- Elloumi, O., Ghrab, M., Kessentini, H., Ben Mimoun, M., 2013. Chilling accumulation effects on performance of pistachio trees cv. Mateur in dry and warm area climate. *Sci. Hortic*. 159: 80-87.
- Erez, A. 2000. Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. *Temperate fruit crops in warm climates*. A. Erez. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers: 17-48.
- Erez et al., 1990. The dynamic model for rest completion in peach buds. *Acta Hort*. 276: 165-174.
- Erez, A., 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. *Acta Hortic*. 395: 81–95.
- Fishman, S., Erez, A., Couvillon, G.A., 1987. The temperature dependence of dormancy breaking in plants—mathematical analysis of a two-step model involving a cooperative transition. *J. Theor. Biol*. 124: 473–483.
- Funes et al., 2016. Future climate change impacts on apple flowering date in a Mediterranean subbasin. *Agr. Water Manag*. 164: 19-27.
- Garbone and Schwartz, 1993. Potential impact of winter temperature increases on South Carolina peach production. *Climate Res*. 2: 225-233.
- Ghrab, M., Ben Mimoun, M., Masmoudi, M.M., Ben Mechlia, N., 2014. The behaviour of peach cultivars under warm climatic conditions in the Mediterranean area. *Int. J. Env. St.*, 71: 3-14.
- Kolářová, E., Nekovář, J., Adamík, P., 2014. Long-term temporal changes in central European tree phenology (1946–2010) confirm the recent extension of growing seasons. *International Journal of Biometeorology*. 58(8): 1739-1748.

- Lammerts, W.E., 1941. An evaluation of peach and nectarine varieties in terms of winter chilling requirements and breeding possibilities. *P. Am. Soc. Hortic. Sci.* 39: 205–211.
- Linsley-Noakes, G. C. and P. Allan 1994. Comparison of two models for the prediction of rest completion in peaches. *Sci. Hortic.* 59: 107-113.
- Luedeling et al. 2009. Validation of winter chill models using historic records of walnut phenology. *Agric. For Meteorol.* 149: 1854-1864.
- Luedeling, E., Brown, P.H., 2011. A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. *Int. J. Biometeorol.* 55: 411–421.
- Luedeling, E., L. Guo, et al., 2013. "Differential responses of trees to temperature variation during the chilling and forcing phases." *Agric. Forest Met.* 181: 33-42.
- Luedeling, E., M. Zhang, et al., 2009. Validation of winter chill models using historic records of walnut phenology. *Agric. Forest Met.* 149: 1854-1864.
- Luedeling, E., Zhang, M., Girvetz, E.H., 2009a. Climatic changes lead to declining winter chill for fruit and nut trees in California during 1950–2099. *PLoS One*, 4, e6166.
- Luedeling, E., M. Zhang, G. McGranahan, C. Leslie, 2009b. Validation of winter chill models using historic records of walnut phenology. *Agric Forest Meteorology* 149: 1854-1864.
- Luedeling, E., Blanke, M., Gebauer, J., 2015. Chilling Challenges in a Warming World. *Acta Hortic.* 1099: 901-908.
- Miranda (2013) Evaluation and fitting of models for determining peach phenological stages at a regional scale. *Agric Forest Meteo* 178-179: 129-139.
- Okie, 1998. Handbook of peach and nectarine varieties. *Agr. Handbook No. 714*, USA.
- Palasciano M, and Gaeta L. 2017. Comparison of different models for chilling requirements evaluation of sweet cherry cultivars in a Mediterranean area. *Acta Hort.* 1161: 405-410.
- Palasciano, M., Gaeta, L., 2017. Comparison of different models for chilling requirements evaluation of sweet cherry cultivars in a Mediterranean area. *Acta Hortic.* 1161: 405-410.

- Ramirez, L., K. X. Sagredo, et al. 2010. Prediction models for chilling and heat requirements to estimate full bloom of almond cultivars in the Central Valley of Chile. *Acta Hortic.* 872: 107-112.
- Richardson, E.A., Seeley, S.D., Walker, D.R., 1974. A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. *HortSci.* 9: 331–332.
- Ruiz, D., J. A. Campoy, et al. 2007. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Envir. Exper. Botany* 61: 254-263.
- Segura et al., 2017. Late-blooming in almond: A controversial objective. *Sci. Hortic.* 224: 61-67.
- UC Davis. Fruit and Nut research and information center. Dynamic Model & Chill Accumulation http://ucanr.edu/sites/fruittree/how-to_guides/dynamic_model_-_chill_accumulation/
- Viti, R., L. Andreini, et al., 2010. Effect of climatic conditions on the overcoming of dormancy in apricot flower buds in two Mediterranean areas: Murcia (Spain) and Tuscany (Italy). *Sci. Hortic.* 124: 217-224.
- Wall, C., Dozier, W., Ebel, R.C., Wilkins, B., Woods, F., Foshee III, W., 2008. Vegetative and floral chilling requirements of four new kiwi cultivars of *Actinidia chinensis* and *A. deliciosa*. *HortSci.* 43: 644-647.
- Weinberger, J.H., 1950. Chilling requirements of peach varieties. *P. Am. Soc. Hortic. Sci.* 56: 122-128.
- Vahdati K, A. Aslani Aslamarz, M. Rahemi, D. Hassani, C. Leslie, 2012. Mechanism of seed dormancy and its relationship to bud dormancy in Persian walnut. *Environmental and Experimental Botany* 75: 74– 82.
- USDA Risk Management Agency Valdosta Regional Office, 2017. Peach Variety Listing Table, 2017. https://www.rma.usda.gov/fields/ga_rso/2017/peachvl.html