

## ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ



**ΌΝΟΜΑ:** Δημήτριος Φανουράκης

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ:** 23 Φεβρουαρίου, 1982

**ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ:** Παντρεμένος, δύο γιους

**ΠΑΡΟΥΣΑ ΘΕΣΗ:** Επίκουρος Καθηγητής Λαχανοκομίας,  
Τμήμα Γεωπονίας, Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

### ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

@: dimitrios.fanourakis82@gmail.com; Τηλ: 6932 570803

### ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ

Αύξηση και ανάπτυξη; Λαχανοκομία; Μετασυλλεκτική Φυσιολογία; Περιβαλλοντική Φυσιολογία.

### ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

- 2007–2011: Διδακτορικό δίπλωμα στη Φυσιολογία Φυτών, Horticultural Supply Chains group (Wageningen University, Ολλανδία)  
Τίτλος διατριβής: Επίδραση της σχετικής υγρασίας στη λειτουργία των στομάτων (169 σελίδες)
- 2005–2007: Μεταπτυχιακό δίπλωμα (8.4/10), Εξειδίκευση: Θερμοκηπιακές Καλλιέργειες (Wageningen University, Ολλανδία)  
Τίτλος διατριβής: Επίδραση του περιβάλλοντος ανάπτυξης στη λειτουργία και μορφολογία των στομάτων
- 1999–2004: Πτυχίο Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας (7.8/10), (Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα)
- 1996–1999: Λύκειο (Μοίρες, Ηράκλειο)

### ΠΡΟΫΠΗΡΕΣΙΑ

- 2019 (Σεπτ.)– Ακαδημαϊκός Υπότροφος ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ.  
2021: Γνωστικό αντικείμενο: Ανθοκομία
- 2016 (Σεπτ.)– Υπεύθυνος Ποιοτικού Ελέγχου, Συσκευαστήριο Οπωροκηπευτικών Γιαννακάκης  
2019 (Αυγ.): Γεώργιος ΑΒΕΕ  
2016 (Ιουλ.) Εκλεγμένος Ερευνητής βαθμίδος Δ', Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών & Αμπέλου (Ηράκλειο)  
Γνωστικό αντικείμενο: Λαχανοκομία
- 2014 (Οκτ.)– Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών & Αμπέλου  
2015 (Δεκ.): (Ηράκλειο)  
Θέμα: Πιστοποίηση διατηρησιμότητας δρεπτόν ανθέων.
- 2012 (Μαϊ.)– Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Forschungszentrum Jülich (Γερμανία)  
2014 (Μαϊ.): Θέμα: Μέθοδοι ανάλυσης και μελέτης του φαινοτύπου.  
2010 (Σεπτ.)– Επισκέπτης Ερευνητής, Plant Dynamics BV (Ολλανδία)  
2011 (Αυγ.): Θέμα: Αύξηση της παραγωγικότητας μέσω του χειρισμού των ανατομικών χαρακτηριστικών των στομάτων.
- 2008 (Σεπτ.)– Επισκέπτης Ερευνητής, Wageningen University (Ολλανδία)

- 2009 (Φεβρ.): Θέμα: Επίδραση του εμπλουτισμού διοξειδίου του άνθρακα στους ποιοτικούς χαρακτήρες διαφόρων ποικυλίων *Anthurium andreanum*.
- 2007 (Ιουν.)–2008 (Ιουν.): Επισκέπτης Ερευνητής, Wageningen University (Ολλανδία)  
 Θέμα: Ανάπτυξη ενός νέου υδροπονικού συστήματος για την καλλιέργεια χρυσανθέμων.

#### ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

- 2019–2021: Θεωρία και Εργαστήριο: Επιχειρηματική Ανθοκομία, Γενική Ανθοκομία [Εξαμηνιαία πτυχιακά μαθήματα (ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ., Ελλάδα)]
- 2014–2016: Μέθοδοι Ανάλυσης και Μελέτης του Φαινοτύπου [Μεταπτυχιακό μάθημα (Δεκ.) (Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων, Ελλάδα)] (30 ώρες/ εβδομάδα)
- 2014–2016: Μετασυλλεκτική Φυσιολογία Φυτών [Εξαμηνιαίο πτυχιακό μάθημα (Οκτ.–Φεβρ.) (ΤΕΙ Κρήτης, Ελλάδα)] (2–4 ώρες/εβδομάδα)  
 Ανθοκομία [Εξαμηνιαίο πτυχιακό μάθημα (Μαρτ.–Ιουλ.) (ΤΕΙ Κρήτης, Ελλάδα)] (2–6 ώρες/εβδομάδα)
- 2007–2011: Μέθοδοι Έρευνας στην Οικολογία Φυτών [Διμηνιαίο Μεταπτυχιακό μάθημα (Σεπτ.–Οκτ.) (Wageningen University, Ολλανδία)] (4–10 ώρες/εβδομάδα)  
 Οικολογία Φυτών [Διμηνιαίο Μεταπτυχιακό μάθημα (Ιαν.–Φεβρ.) (Wageningen University, Ολλανδία)] (2–10 ώρες/εβδομάδα)  
 Τεχνολογία Θερμοκηπίων [Διμηνιαίο Μεταπτυχιακό μάθημα (Ιαν.–Φεβρ.) (Wageningen University, Ολλανδία)] (4–6 ώρες/εβδομάδα)

#### ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ

- 2016–2021: Συν-Επιβλέπων, Διδακτορικού διπλώματος της Fatemeh Hassanvand  
 Τίτλος διατριβής: Επίδραση του νανο-πυριτίου στην προαγωγή της ανάπτυξης των φυτών υπό έλλειμμα νερού: φυσιο-μορφολογικές, βιοχημικές και πρωτεωμικές αναλύσεις (Lorestan University, Ιράν)
- 2015–2021: Συν-Επιβλέπων, Διδακτορικού διπλώματος της Masoumeh Ahmadi Majd  
 Τίτλος διατριβής: Επίδραση του σεληνίου στην μετασυλλεκτική διατηρησιμότητα δρεπτών τριαντάφυλλων και γαρυφάλλων (Lorestan University, Ιράν)
- 2015–2021: Συν-Επιβλέπων σε επτά μεταπτυχιακές μελέτες (Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, Κίνα)
- 2015–2020: Συν-Επιβλέπων σε τρεις μεταπτυχιακές μελέτες (University of Tehran, Ιράν)
- 2015–2017: Κύριος Επιβλέπων σε δέκα τέσσερις πτυχιακές μελέτες (ΤΕΙ Κρήτης, Ελλάδα)
- 2012–2014: Κύριος Επιβλέπων σε επτά πτυχιακές και μία μεταπτυχιακή πρακτική άσκηση (Forschungszentrum Jülich, Γερμανία)
- 2010–2013: Συν-Επιβλέπων, Διδακτορικού διπλώματος του Habtamu Giday  
 Τίτλος διατριβής: Επίδραση του αμινικού οξέως στην λειτουργία των στομάτων (Aarhus University, Δανία) (129 σελίδες)
- 2007–2011: Κύριος Επιβλέπων σε πέντε μεταπτυχιακές μελέτες, δύο πτυχιακές μελέτες και μία μεταπτυχιακή πρακτική άσκηση (Wageningen University, Ολλανδία)

#### ΒΡΑΒΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΤΡΟΦΙΕΣ

- 2013 1<sup>st</sup> βραβείο γραπτής παρουσίασης (poster), 7<sup>th</sup> EPSO International Conference (εκ 220 γραπτών παρουσιάσεων)
- 2007–2011: Υποτροφία για Διδακτορική διατριβή από το Ίδρυμα Αλέξανδρος Σ. Ωνάσης
- 2005–2007: Υποτροφία για Μεταπτυχιακό δίπλωμα από το Ίδρυμα Αλέξανδρος Σ. Ωνάσης
- 2021 Λίστα Ιωαννίδη (Πανεπιστήμιο Stanford) με τους κορυφαίους (2 %) επιστήμονες

- στον κόσμο
- 2023 Προσκεκλημένος ομιλητής: VII International Conference Postharvest Unlimited & XII International Symposium on Postharvest Quality of Ornamental Plants [Wageningen, Ολλανδία: 14–18 Μάιος, 2023]

#### **ΤΗΡΗΣΗ ΠΡΟΘΕΣΜΙΩΝ**

- 2011 Διδακτορική διατριβή, χωρίς καθυστέρηση (κατά μέσο όρο 1.4 χρόνια περισσότερο)
- 2007 Μεταπτυχιακό δίπλωμα, χωρίς καθυστέρηση (κατά μέσο όρο 0.8 χρόνια περισσότερο)
- 2004 Πτυχίο, χωρίς καθυστέρηση (0.4% του συνόλου των φοιτητών)

#### **ΚΡΙΤΗΣ ΣΕ ΔΙΕΘΝΗ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ**

Afr. J. Ecol., Ann. Appl. Biol., Funct. Plant Biol., J. Plant Physiol., Ann. Bot., Tree Physiol., J. Exp. Bot., J. Plant Growth Regul., Sci. Hortic., Postharvest Biol. Technol., Plant Signal. Behav., Plos One, J Hortic Sci Biotech, Hortscience, New Zeal J Crop Hort, Review Editor in Front. Plant Sci. (for Crop Science and Horticulture), Editorial Board in Horticulturae

#### **ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΚΕΥΕΙΣ**

- 2011 (Δεκ.) Faculty of Agriculture, Kasetsart University (Kamphaeng Saen Campus, Ταϊλάνδη)  
Θέμα: Ορμονικός έλεγχος της γήρανσης των ανθέων
- 2010 (Δεκ.) Plant Physiology Department, University of Hohenheim (Stuttgart, Γερμανία)

#### **ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΣΕ ΔΙΕΘΝΗ ΣΥΝΕΔΡΙΑ**

- 2021 Μία προφορική παρουσίαση [5<sup>th</sup> ISHS Asia Symposium on Quality Management in Postharvest Systems, Μπανγκόκ, Ταϊλάνδη: 1–2 Δεκεμβρίου]
- 2013 Γραπτή παρουσίαση (poster) [7<sup>th</sup> EPSO International Conference, Πόρτο Χέλι, Ελλάδα: 1–4 Σεπτεμβρίου]
- 2010 Μία γραπτή (poster) και δύο προφορικές παρουσιάσεις [28<sup>th</sup> International Horticultural Congress, ISHS, Λισαβόνα, Πορτογαλία: 22–27 Αυγούστου]
- 2009 Μία προφορική και δύο γραπτές (poster) παρουσιάσεις [5<sup>th</sup> International Symposium on Rose Research and Cultivation, ISHS, Γκιφού, Ιαπωνία: 24–28 Μαΐου]
- 2008 Μία προφορική παρουσίαση [9<sup>th</sup> International Symposium on Postharvest Quality of Ornamental Plants, ISHS, Οντένσε, Δανία: 11–14 Αυγούστου]

#### **ΜΕΛΟΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΕ ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ**

- 2023 VII International Conference Postharvest Unlimited & XII International Symposium on Postharvest Quality of Ornamental Plants [Wageningen, Ολλανδία: 14–18 και 14–16 Μάιος, 2023]
- 2022 The 8<sup>th</sup> International Conference on Agricultural and Biological Sciences (ABS 2022) [Shenzhen, Κίνα: 8–11 Αυγούστου, 2022]
- 2017 Greensys 2017 - International Symposium on New Technologies for Environment Control, Energy-Saving and Crop Production in Greenhouse and Plant Factory [Beijing, Κίνα: 20–24 Αυγούστου, 2017]

**ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ** [Αθροισμα Impact factor: 316; h-index = 31 (Scopus)] (21 δημοσιεύσεις 1<sup>ος</sup> συγγραφέας; 6 δημοσιεύσεις Equal Contribution με 1<sup>ο</sup> συγγραφέα; 10 δημοσιεύσεις 2<sup>ος</sup> συγγραφέας; 14 δημοσιεύσεις τελευταίος συγγραφέας; 15 δημοσιεύσεις Corr. Author)

*Περιοδικά με κριτές*

- [1] **Fanourakis D**, Carvalho SMP, Almeida DPF, Heuvelink E (2011) Avoiding high relative air humidity during critical stages of leaf ontogeny is decisive for stomatal functioning. *Physiologia Plantarum* 142, 274–286. (Impact factor: 5.081)
- [2] **Fanourakis D**, Carvalho SMP, Almeida DPF, van Doorn WG, Heuvelink E (2012) Postharvest water relations in cut rose cultivars with contrasting sensitivity to high relative air humidity during growth. *Postharvest Biology and Technology* 64, 64–73. (Impact factor: 6.751)
- [3] Savvides A, **Fanourakis D**, van Ieperen W (2012) Coordination of hydraulic and stomatal conductances across light qualities in cucumber leaves. *Journal of Experimental Botany* 63, 1135–1143. (Impact factor: 6.992)
- [4] van Doorn WG, Hiemstra T, **Fanourakis D** (2012) Hydrogel regulation of xylem water flow: An alternative hypothesis. *Plant Physiology* 157, 1642–1649. (Impact factor: 9.115)
- [5] **Fanourakis D\***, Heuvelink E, Carvalho SMP (2013) A comprehensive analysis of the physiological and anatomical components involved in higher water loss rates after leaf development at high humidity. *Journal of Plant Physiology* 170, 890–898. (\* Corr. Author) (Impact factor: 3.686)
- [6] **Fanourakis D\***, Pieruschka R, Savvides A, Macnish AJ, Sarlikioti V, Woltering EJ (2013) Sources of vase life variation in cut roses: A review. *Postharvest Biology and Technology* 78, 1–15. (\* Corr. Author) (Impact factor: 6.751)
- [7] Giday H, Kjaer KH, **Fanourakis D**, Ottosen CO (2013) Smaller stomata require less severe leaf drying to close: A case study in *Rosa hybrida*. *Journal of Plant Physiology* 170, 1309–1316. (Impact factor: 3.686)
- [8] Giday H, **Fanourakis D**, Kjaer KH, Fomsgaard IS, Ottosen CO (2013) Foliar abscisic acid content underlies genotypic variation in stomatal responsiveness after growth at high relative air humidity. *Annals of Botany* 112, 1857–1867. (Impact factor: 5.040)
- [9] **Fanourakis D**, Briese C, Max JFJ, Kleinen S, Putz A, Fiorani F, Ulbrich A, Schurr U (2014) Rapid determination of leaf area and plant height by using light curtain arrays in four species with contrasting shoot architecture. *Plant Methods* 10, 9. (Impact factor: 5.827)
- [10] Giday H\*, **Fanourakis D\***, Kjaer KH, Fomsgaard IS, Ottosen CO (2014) Threshold response of stomatal closing ability to leaf abscisic acid concentration during growth. *Journal of Experimental Botany* 65, 4361–4370. (\* Equal Contribution) (Impact factor: 6.992)
- [11] **Fanourakis D\***, Giday H, Milla R, Pieruschka R, Kjaer KH, Bolger M, Vasilevski A, Nunes-Nesi A, Fiorani F, Ottosen C-O (2015) Pore size regulates operating stomatal conductance, while stomatal densities drive the partitioning of conductance among leaf sides. *Annals of Botany* 115, 555–565. (\* Corr. Author) (Impact factor: 5.040)
- [12] Bergsträsser S, **Fanourakis D**, Schmittgen S, Cendrero-Mateo MP, Jansen M, Scharr H, Rascher U (2015) HyperART: non-invasive quantification of leaf traits using hyperspectral absorption-reflectance-transmittance imaging. *Plant Methods* 11, 1. (Impact factor: 5.827)

- [13] **Fanourakis D\***, Heuvelink E, Carvalho SMP (2015) Spatial heterogeneity in stomatal features during leaf elongation: an analysis using *Rosa hybrida*. *Functional Plant Biology* 42, 737–745. (\* Corr. Author) (Impact factor: 3.101)
- [14] Carvalho DRA, Koning-Boucoiran CFS, **Fanourakis D**, Vasconcelos MW, Carvalho SMP, Heuvelink E, Krens FA, Maliepaard C (2015) QTL analysis for stomatal functioning in tetraploid *Rosa × hybrida* grown at high relative air humidity and its implications on postharvest longevity. *Molecular Breeding* 35, 172. (Impact factor: 3.297)
- [15] Carvalho DRA, **Fanourakis D**, Correia MJ, Monteiro JA, Araújo-Alves JPL, Vasconcelos MW, Almeida DPF, Heuvelink E, Carvalho SMP (2016) Root-to-shoot ABA signaling does not contribute to genotypic variation in stomatal functioning induced by high relative air humidity. *Environmental and Experimental Botany* 123, 13–21. (Impact factor: 5.545)
- [16] **Fanourakis D\***, Giday H, Li T, Kambourakis E, Ligoxigakis EK, Papadimitriou M, Stratiridaki A, Bouranis D, Fiorani F, Heuvelink E, Ottosen C-O (2016) Antitranspirant compounds alleviate the mild-desiccation-induced reduction of vase life in cut roses. *Postharvest Biology and Technology* 117, 110–117. (\* Corr. Author) (Impact factor: 6.751)
- [17] **Fanourakis D\***, Bouranis D, Giday H, Carvalho DRA, Rezaei Nejad A, Ottosen C-O (2016) Improving stomatal functioning at elevated growth air humidity: A review. *Journal of Plant Physiology* 207, 51–60. (\* Corr. Author) (Impact factor: 3.686)
- [18] **Fanourakis D\***, Hyldgaard B, Giday H, Bouranis D, Körner O, Nielsen KL, Ottosen C-O (2017) Differential effects of elevated air humidity on stomatal closing ability of *Kalanchoë blossfeldiana* between the C<sub>3</sub> and CAM states. *Environmental and Experimental Botany* 143, 115–124. (\* Corr. Author) (Impact factor: 5.545)
- [19] de Oliveira Silva FM, Lichtenstein G, Alseikh S, Rosado-Souza L, Conte M, Suguiyama VF, Lira BS, **Fanourakis D**, Usadel B, Bhering LL, DaMatta FM, Sulpice R, Araújo WL, Rossi M, de Setta N, Fernie AR, Carrari F, Nunes-Nesi A (2017) The Genetic Architecture of Photosynthesis and Plant Growth Related Traits in Tomato. *Plant Cell and Environment* 41, 327–341. (Impact factor: 7.947)
- [20] Koubouris G, Bouranis D, Vogiatzis E, Rezaei Nejad A, Giday H, Tsaniklidis G, Ligoxigakis EK, Blazakis K, Kalaitzis P, **Fanourakis D\*** (2018) Leaf area estimation by considering leaf dimensions in olive tree. *Scientia Horticulturae* 240, 440–445. (\* Corr. Author) (Impact factor: 3.463)
- [21] Hassanvand F, Rezaei Nejad A, **Fanourakis D** (2019) Morphological and physiological components mediating the silicon-induced enhancement of geranium essential oil yield under saline conditions. *Industrial Crops and Products* 134, 19–25. (Impact factor: 5.645)
- [22] **Fanourakis D**, Hyldgaard B, Giday H, Aulik I, Bouranis D, Körner O, Ottosen C-O (2019) Stomatal anatomy and closing ability is affected by supplementary light intensity in rose (*Rosa hybrida* L.). *Horticultural Science* 46, 81–89. (Impact factor: 1.192)
- [23] Zou J, Zhang Y, Zhang Y, Bian Z, **Fanourakis D**, Yang Q, Li T (2019) Morphological and physiological properties of indoor cultivated lettuce in response to additional far-red light. *Scientia Horticulturae* 257, 108725 (Impact factor: 3.463)
- [24] **Fanourakis D**, Giday H, Hyldgaard B, Bouranis D, Körner O, Ottosen C-O (2019) Low air humidity during growth promotes stomatal closure ability in roses. *European Journal of Horticultural Science* 84, 245–252 (Impact factor: 1.482)

- [25] **Fanourakis D**, Nikoloudakis N, Pappi P, Markakis E, Doupis G, Charova SN, Delis C, Tsaniklidis G (2020) The role of proteases in determining stomatal development and tuning pore aperture: A review. *Plants* 9, 340 (Impact factor: 4.658)
- [26] Sørensen HK\*, **Fanourakis D\***, Tsaniklidis G, Bouranis D, Rezaei Nejad A, Ottosen C-O (2020) Using artificial lighting based on electricity price without a negative impact on growth, visual quality or stomatal closing response in *Passiflora*. *Scientia Horticulturae* 267, 109354 (\* Equal Contribution) (Impact factor: 3.463)
- [27] **Fanourakis D\***, Bouranis D, Tsaniklidis G, Rezaei Nejad A, Ottosen C-O, Woltering EJ (2020) Genotypic and phenotypic differences in fresh weight partitioning of cut rose stems: implications for water loss. *Acta Physiologia Plantarum* 42, 48 (\* Corr. Author) (Impact factor: 2.736)
- [28] **Fanourakis D\***, Aliniaiefard S, Sellin A, Giday H, Körner O, Rezaei Nejad A, Delis C, Bouranis D, Koubouris G, Kambourakis E, Nikoloudakis N, Tsaniklidis G (2020) Stomatal behavior following mid- or long-term exposure to high relative air humidity: A review. *Plant Physiology and Biochemistry* 153, 92–105 (\* Corr. Author) (Impact factor: 5.437)
- [29] Chen Y\*, **Fanourakis D\***, Tsaniklidis G, Aliniaiefard S, Yang Q, Li T (2021) Low UVA intensity during cultivation improves the lettuce shelf-life, an effect that is not sustained at higher intensity. *Postharvest Biology and Technology* 172, 111376 (\* Equal Contribution) (Impact factor: 6.751)
- [30] Nikoloudakis N, Pappi P, Markakis EA, Charova SN, **Fanourakis D**, Paschalidis K, Delis C, Tzortzakakis EA, Tsaniklidis G (2020) Structural diversity and highly specific host-pathogen transcriptional regulation of defensin genes is revealed in tomato. *International Journal of Molecular Sciences* 21, 9380 (Impact factor: 6.208)
- [31] Seif M, Aliniaiefard S, Arab M, Mehrjerdi MZ, Shomali A, **Fanourakis D\***, Li T, Woltering E (2021) Monochromatic red light during plant growth decreases the size and improves the functionality of stomata in chrysanthemum. *Functional Plant Biology* 48, 515–528. (\* Corr. Author) (Impact factor: 3.101)
- [32] Tsaniklidis G, Chatzistathis T, **Fanourakis D**, Nikoloudakis N, Kotsiras A, Delis C, Tzortzakakis EA (2021) Leaf antioxidant machinery is stimulated by *Meloidogyne javanica* infestation independently of its intensity: A case study in *Cucumis melo*. *Plant Stress* 1, 100002. (Impact factor: 5.19)
- [33] Chatzistathis T, **Fanourakis D**, Aliniaiefard S, Kotsiras A, Delis C, Tsaniklidis G (2021) Leaf age-dependent effects of boron toxicity in two *Cucumis melo* varieties. *Agronomy* 11, 759. (Impact factor: 3.949)
- [34] **Fanourakis D\***, Kazakos P, Nektarios PA (2021) Allometric individual leaf area estimation in chrysanthemum. *Agronomy* 11, 795. (\* Corr. Author) (Impact factor: 3.949)
- [35] Taheri-Garavand A, Rezaei Nejad A, **Fanourakis D**, Fatahi S, Ahmadi-Majd M (2021) Employment of artificial neural networks for non-invasive estimation of leaf water status using color features: a case study in *Spathiphyllum wallisii*. *Acta Physiologia Plantarum* 43, 78. (Impact factor: 2.736)
- [36] Tsaniklidis G, Charova SN, **Fanourakis D**, Tsafouros A, Nikoloudakis N, Goumenaki E, Tsantili E, Roussos PA, Spiliopoulos IK, Paschalidis K, Delis C (2021) The role of temperature

- in mediating postharvest polyamine homeostasis in tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology* 179, 111586. (Impact factor: 6.751)
- [37] Körner O\*, **Fanourakis D\***, Hwang MC-R, Hyldgaard B, Tsaniklidis G, Nikoloudakis N, Larsen DH, Ottosen C-O, Rosenqvist E (2021) Incorporating cultivar-specific stomatal traits into stomatal conductance models improves the estimation of evapotranspiration enhancing greenhouse climate management. *Biosystems Engineering* 208, 131–151. (\* Equal Contribution) (Impact factor: 5.002)
- [38] Zhang Y, Ntagkas N, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Zhang Y, Zou J, Cheng R, Yang Q, Li T (2021) The role of light intensity in mediating ascorbate content during postharvest tomato ripening: a transcriptomic analysis. *Postharvest Biology and Technology* 180, 111622. (Impact factor: 6.751)
- [39] Taheri-Garavand A, Nasiri A, **Fanourakis D**, Fatahi S, Omid M, Nikoloudakis N (2021) Automated *in situ* seed variety identification via deep learning: A case study in chickpea. *Plants* 10, 1406. (Impact factor: 4.658)
- [40] **Fanourakis D\***, Papadopoulou E, Valla A, Tzanakakis VA, Nektarios PA (2021) Partitioning of transpiration to cut flower organs and its mediating role on vase life response to dry handling: A case study in chrysanthemum. *Postharvest Biology and Technology* 181, 111636. (\* Corr. Author) (Impact factor: 6.751)
- [41] Moosavi-Nezhad M, Salehi R, Aliniaiefard S, Tsaniklidis G, Li T, Woltering E, **Fanourakis D**, Żuk-Gołaszewska K, Kalaji HM (2021) Blue light during healing and acclimatization of grafted watermelon seedlings improves vigor, leaf pigmentation and photosynthetic performance. *International Journal of Molecular Sciences* 22, 8043. (Impact factor: 6.208)
- [42] Zou J, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Cheng R, Yang Q, Li T (2021) Lettuce growth, morphology and critical leaf trait responses to far-red light during cultivation are low fluence and obey the reciprocity law. *Scientia Horticulturae* 289, 110455. (Impact factor: 3.463)
- [43] Nasiri A, Taheri-Garavand A, **Fanourakis D**, Zhou Q, Zhang YD, Nikoloudakis N (2021) Automated grapevine cultivar identification via leaf imaging and deep convolutional neural networks: a proof of concept study employing primary Iranian varieties. *Plants* 10, 1628. (Impact factor: 4.658)
- [44] Taheri-Garavand A, Mumivand H, **Fanourakis D**, Fatahi S, Taghipour S (2021) An artificial neural network approach for non-invasive estimation of essential oil content and composition through considering drying processing factors: A case study in *Mentha aquatica*. *Industrial Crops and Products* 171, 113985. (Impact factor: 5.645)
- [45] Yang L\*, **Fanourakis D\***, Tsaniklidis G, Li K, Li T (2021) Contrary to red, blue monochromatic light improves the bioactive compound content in broccoli sprouts. *Agronomy* 11, 2139. (\* Equal Contribution) (Impact factor: 3.949)
- [46] Ahmadi-Majd M, Rezaei Nejad A, Mousavi-Fard S, **Fanourakis D** (2022) Postharvest application of single, multi-walled carbon nanotubes and graphene oxide stimulates rose keeping quality. *Journal of Horticultural Sciences and Biotechnology* 97, 346–360. (Impact factor: 1.918)
- [47] Pappi P, Nikoloudakis N, **Fanourakis D**, Zambounis A, Delis C, Tsaniklidis G (2021) Differential triggering of the phenylpropanoid biosynthetic pathway key gene expression via cold stress and viral infection in tomato leaves. *Horticulturae* 7, 448. (Impact factor: 2.923)

- [48] Asayesh EJ, Aliniaiefard S, Askari N, Roozban MR, Sobhani M, Tsaniklidis G, Woltering EJ, **Fanourakis D** (2021) Supplementary light with increased blue fraction accelerates emergence and improves development of the inflorescence in *Aechmea*, *Guzmania* and *Vriesea*. *Horticulturae* 7, 485. (Impact factor: 2.923)
- [49] Karantzi AD, Kafkaletou M, Tsaniklidis G, Bai J, Christopoulos MV, **Fanourakis D**, Tsantili E (2021) Preharvest foliar salicylic acid sprays reduce cracking of fig fruit at harvest. *Applied Sciences* 11, 11374. (Impact factor: 2.679)
- [50] Paschalidis K\*, **Fanourakis D\***, Tsaniklidis G, Tzanakakis VA, Biliass F, Samara E, Kalogiannakis K, Debouba FJ, Ipsilantis I, Tsoktouridis G, Matsi T, Krigas N (2021) Pilot cultivation of the vulnerable Cretan endemic *Verbascum arcturus* L. (Scrophulariaceae): Effect of fertilization on growth and quality features. *Sustainability* 13, 14030. (\* Equal Contribution) (Impact factor: 3.251)
- [51] Ahmadi-Majd M, Rezaei Nejad A, Mousavi-Fard S, **Fanourakis D** (2021) Deionized water as vase solution prolongs flower bud opening and vase life in cut carnation and rose through sustaining an improved water balance. *European Journal of Horticultural Science* 86, 682–693. (Impact factor: 1.482)
- [52] Mumivand H, Shayganfar A, Tsaniklidis G, Bistgani ZE, **Fanourakis D**, Nicola S (2022) Pheno-morphological and essential oil composition responses to UVA radiation and protectants: A case study in three *Thymus* species. *Horticulturae* 8, 31. (Impact factor: 2.923)
- [53] **Fanourakis D**, Paschalidis K, Tsaniklidis G, Tzanakakis VA, Biliass F, Samara E, Liapaki E, Juini MBS, Ipsilantis I, Maloupa E, Tsoktouridis G, Matsi T, Krigas N (2022) Pilot cultivation of the local endemic Cretan marjoram *Origanum microphyllum* (Benth.) Vogel (Lamiaceae): Effect of fertilizers on growth and herbal quality features. *Agronomy* 12, 94. (Impact factor: 3.949)
- [54] Ahmadi-Majd M, Mousavi-Fard S, Rezaei Nejad A, **Fanourakis D** (2022) Carbon nanotubes in the holding solution stimulate flower opening and prolong vase life in carnation. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 9, 15. (Impact factor: 2.642)
- [55] **Fanourakis D\***, Papadakis VM, Psyllakis E, Tzanakakis VA, Nektarios PA (2022) The role of water relations and oxidative stress in the vase life response to prolonged storage: A case study in chrysanthemum. *Agriculture* 12, 185. (\* Corr. Author) (Impact factor: 3.408)
- [56] Christopoulos MV, Gkatzos D, Kafkaletou M, Bai J, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Tsantili E (2022) Edible coatings from *Opuntia ficus-indica* cladodes alongside chitosan on quality and antioxidants in cherries during storage. *Foods* 11, 699. (Impact factor: 5.561)
- [57] Yousefzadeh K, Houshmand S, Shiran B, Mousavi-Fard S, Zeinali H, Nikoloudakis N, Gheisari MM, **Fanourakis D** (2022) Joint effects of developmental stage and water deficit on essential oil traits (content, yield, composition) and related gene expression: A case study in two *Thymus* species. *Agronomy* 12, 1008. (Impact factor: 3.949)
- [58] Seifikalhor M, Niknam V, Aliniaiefard S, Didaran F, Tsaniklidis G, **Fanourakis D**, Teymoorzadeh M, Mousavi SH, Bustachi M, Li T (2022) The regulatory role of  $\gamma$ -Aminobutyric acid in chickpea plants depends on drought tolerance and water scarcity level. *Scientific Reports* 12, 7034. (Impact factor: 4.996)
- [59] **Fanourakis D**, Nikoloudakis N, Paschalidis K, Christopoulos M, Goumenaki E, Tsantili E, Delis C, Tsaniklidis G (2022) Gene expression, activity and localization of beta-galactosidases



during late ripening and postharvest storage of tomato fruit. *Agronomy* 12, 778. (Impact factor: 3.949)

[60] Zomorodi N, Rezaei Nejad A, Mousavi-Fard S, Feizi H, Tsaniklidis G, **Fanourakis D** (2022) Potency of titanium dioxide nanoparticles, sodium hydrogen sulfide and salicylic acid in ameliorating the depressive effects of water deficit on periwinkle ornamental quality. *Horticulturae* 8, 675. (Impact factor: 2.923) (Editor's Choice Article in 2022)

[61] Jafari S, Mousavi-Fard S, Rezaei Nejad A, Moumivand H, Nikoloudakis N, Sorkheh K, **Fanourakis D** (2022) Chitosan and titanium dioxide are more effective in improving seed yield and quality in nanoparticle compared to non-structured form: A case study in five milk thistle ecotypes (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.). *Agronomy* 12, 1827. (Impact factor: 3.949)

[62] Ahmadi-Majd M, Mousavi-Fard S, Rezaei Nejad A, **Fanourakis D** (2023) Nano-selenium in the holding solution promotes rose and carnation vase life by improving both water relations and antioxidant status. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 98, 246–261. (Impact factor: 1.641)

[63] Zomorodi N, Rezaei Nejad A, Mousavi-Fard S, Feizi H, Nikoloudakis N, **Fanourakis D** (2022) Efficiency of sodium and calcium chloride in conferring cross-tolerance to water deficit in periwinkle. *Horticulturae* 8, 1091. (Impact factor: 2.923)

[64] Zou J, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Woltering EJ, Cheng R, Li T (2023) Far-red radiation during indoor cultivation reduces lettuce nutraceutical quality and shortens the shelf-life when stored at supra optimal temperatures. *Postharvest Biology and Technology* 198, 112269. (Impact factor: 6.751)

[65] Georgaki E, Nifakos K, Kotsiras A, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Delis C, Spiliopoulos IK (2023) Superior fruit antioxidant and lycopene profiles in five Greek tomato landraces. *Horticulturae* 9, 163. (Impact factor: 2.331)

[66] Vatankhah A, Aliniaiefard S, Moosavi-Nezhad M, Abdi S, Mokhtarpour Z, Reezi S, Tsaniklidis G, **Fanourakis D** (2023) Plants exposed to titanium dioxide nanoparticles acquired contrasting photosynthetic and morphological strategies depending on the growing light intensity: A case study in radish. *Scientific Reports* 13, 5873. (Impact factor: 4.996)

[67] **Fanourakis D\***, Papadakis VM, Machado M., Psyllakis E, Nektarios PA (2024) Non-invasive leaf hydration status determination through convolutional neural networks based on multispectral images in chrysanthemum. *Plant Growth Regulation* 102, 485–496. (\* Corr. Author) (Impact factor: 3.242)

[68] Paschalidis K, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Tsihlias I, Tzanakakis VA, Biliias F, Samara E, Ipsilantis I, Grigoriadou K, Samartza I, et al. (2024) DNA barcoding and fertilization strategies in *Sideritis syriaca* subsp. *syriaca*, a local endemic plant of Crete with high medicinal value. *International Journal of Molecular Sciences* 25, 1891. (Impact factor: 5.6)

[69] Paschalidis K, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Tsihlias I, Tzanakakis VA, Biliias F, Samara E, Ipsilantis I, Grigoriadou K, Matsi T, Krigas N Tsoktouridis, G. Integrated nutrient management boosts inflorescence biomass and antioxidant profile of *Carlina diae* (Asteraceae)—An endangered local endemic plant of Crete with medicinal and ornamental value. *Agriculture* 14, 259. (Impact factor: 3.6)

[70] Paschalidis KA, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Tzanakakis VA, Kardamaki I, Biliias F, Samara E, Ipsilantis I, Grigoriadou K, Matsi T, Tsoktouridis G, Krigas N. (2024) A

polysaccharide-based integrated nutrient management system enhances the antioxidant properties in *Origanum dictamnus* (Lamiaceae), a local endemic plant of Crete with antimicrobial potential. *Preprints*, 5, 28–48.

[71] Far AS, Mousavi-Fard S, Rezaei Nejad A, Shahbazi F, Ahmadi-Majd M, **Fanourakis D** (2024) Nano Silver and melatonin effectively delay the senescence of cut carnation flowers under simulated vibrational stress, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, DOI: 10.1080/14620316.2024.2334306 (Impact factor: 1.641)

[72] Aalam F, Rezaei Nejad A, Mousavi-Fard S, Raji M, Nikoloudakis N, Goumenaki E, **Fanourakis D** (2024) Water deficit severity during the preceding year determines plant tolerance to subsequent year drought stress challenges: A case study in damask rose. *Horticulturae* 10, 462. (Impact factor: 3.1)

[73] Moosavi-Nezhad M, Homayoonzadeh M, Tsaniklidis G, Roessner U, Woltering EJ, **Fanourakis D**, AliniaEIFard S (2024) Enhancing shelf life of bell peppers through preharvest fertigation with calcium and potassium thiosulfate: A focus on antioxidant and cell wall degradation enzymes. *Journal of Agriculture and Food Research* 17, 101262. (Impact factor: 3.8)

#### *Πρακτικά σε διεθνή συνέδρια με κριτές*

[1] **Fanourakis D**, Tapia A, Carvalho SMP, Heuvelink E (2008) Cultivar differences in the stomatal characteristics of cut roses grown at high relative humidity. *Acta Horticulturae* 847, 251–258.

[2] **Fanourakis D**, Matkaris N, Carvalho SMP, Heuvelink E (2010) Effect of relative air humidity on the stomatal functionality in fully developed leaves. *Acta Horticulturae* 870, 83–88.

[3] **Fanourakis D**, Maaswinkel RHM, Carvalho SMP, Heuvelink E (2011) Genotypic variation of cut chrysanthemum response to high CO<sub>2</sub> concentration: Growth, time to flowering and visual quality. *Acta Horticulturae* 893, 839–848.

[4] **Fanourakis D**, Verkerke W, Heuvelink E (2011) Possibilities for soilless cultivation in cut chrysanthemum: Effect of irrigation frequencies and spacing schedules. *Acta Horticulturae* 893, 915–924.

[5] **Fanourakis D**, Carvalho DRA, Gitonga VW, van Heusden AW, Almeida DPF, Heuvelink E, Carvalho SMP (2012) Breeding cut roses for better keeping quality: first steps. *Acta Horticulturae* 937, 875–882.

[6] van Ieperen W, Savvides A, **Fanourakis D** (2012) Red and blue light effects during growth on hydraulic and stomatal conductance in leaves of young cucumber plants. *Acta Horticulturae* 956, 223–230.

[7] Giday H, Kjaer KH, Ottosen CO, **Fanourakis D** (2015) Cultivar differences in plant transpiration rate at high relative air humidity are not related to genotypic variation in stomatal responsiveness. *Acta Horticulturae* 1064, 99–106.

[8] **Fanourakis D**, Velez-Ramirez AI, In BC, Barendse H, van Meeteren U, Woltering EJ (2015) A survey of preharvest conditions affecting the regulation of water loss during vase life. *Acta Horticulturae* 1064, 195–204.

[9] **Fanourakis D**, Nektarios PA (2022) Cultivation and supply chain environmental conditions affect vase life through alterations of stomatal functioning: an update. *Acta Horticulturae* 1336, 39–46.

[10] **Fanourakis D** (2024) A framework for identifying horticultural and breeding strategies for longer vase life. *Acta Horticulturae* 1397, 7–14.

*Περίληψεις σε διεθνή συνέδρια*

- [1] **Fanourakis D**, Matkaris N, Heuvelink E, Carvalho SMP (2009) Pre-harvest relative humidity level influences water uptake and transpiration during post-harvest phase of cut roses. [5<sup>th</sup> International Symposium on Rose Research and Cultivation, ISHS, Γκιφού, Ιαπωνία: 24–28 Μαΐου]
- [2] **Fanourakis D**, Carvalho SMP, Tapia A, Heuvelink E (2010) Effect of high relative air humidity on the cuticular water permeability, and its significance on the leaf water balance. [28<sup>th</sup> International Horticultural Congress, ISHS, Λισαβόνα, Πορτογαλία: 22–27 Αυγούστου]
- [3] García NV, van Mourik N, **Fanourakis D** (2011) Growth responses of two *Anthurium andreanum* genotypes to elevated carbon dioxide concentration. [Advanced Technologies and Management towards Sustainable Greenhouse Ecosystems-GreenSys2011, ISHS, Χαλκιδική, Ελλάδα: 5–10 Ιουνίου]
- [4] **Fanourakis D**, Bergsträsser S, Park S, Kleinen S, Rascher U, Schurr U, Fiorani F (2013) Hyperspectral reflectance-based detection of nutrient deficiency. [7<sup>th</sup> EPSO International Conference, Πόρτο Χέλι, Ελλάς: 1–4 Σεπτεμβρίου]
- [5] Carvalho DRA, Koning-Boucoiran CFS, **Fanourakis D**, Vasconcelos MW, Carvalho SMP, Heuvelink E, Maliepaard C, Krens FA (2015) QTL analysis for stomatal functionality in tetraploid *Rosa × hybrida* grown at high relative air humidity. [25<sup>th</sup> International Eucarpia Symposium, Melle, Βέλγιο: 28 Ιουνίου–2 Ιουλίου]

*Πρακτικά σε εθνικά συνέδρια*

- [1] Carvalho SMP, **Fanourakis D**, Tapia A, Almeida DPF, Malcata FX, Heuvelink E (2008) Qualidade pós-colheita de rosas: efeitos da umidade relativa e da variação genotípica. [IV Ιβηρικό Συμπόσιο στην Ανθοκομία και Λαχανοκομία, Ποντεβέδρα, Ισπανία, 14–18 Οκτώβριου]
- [2] Carvalho DRA, Carvalho SMP, **Fanourakis D**, Heuvelink E, Almeida DPF (2011) Melhoramento para elevada qualidade pós-colheita: validação do método de seleção de genótipos promissores. [V Ιβηρικό Συμπόσιο στην Ανθοκομία και Λαχανοκομία, Φάρο, Πορτογαλία, 13–15 Οκτώβριου]

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΩΝ

#### *Περιοδικά με κριτές*

[1] **Fanourakis D**, Carvalho SMP, Almeida DPF, Heuvelink E (2011) Avoiding high relative air humidity during critical stages of leaf ontogeny is decisive for stomatal functioning. *Physiologia Plantarum* 142, 274–286.

Μελετήσαμε την επίδραση της μεταβολής της σχετικής υγρασίας κατά την διάρκεια της ανάπτυξης στην λειτουργικότητα των στομάτων. Αυτό αξιολογήθηκε με μέτρηση του ρυθμού διαπνοής των φύλλων κατά την διάρκεια αποξήρανσης, αφού τα φύλλα είχαν πλήρως αναπτυχθεί. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο βαθμός της στοματικής προσαρμογής εξαρτάται τόσο από το χρόνο όσο και από τη διάρκεια της έκθεσης στην υψηλή σχετική υγρασία ( $\geq 85\%$ ). Συμπεραίνεται ότι η στοματική λειτουργικότητα είναι έντονα εξαρτώμενη από την υγρασία κατά την οποία το φύλλο ολοκλήρωσε την επέκτασή του. Τα στοιχεία δείχνουν επίσης ότι η επίδραση της σχετικής υγρασίας και η θετική επίδραση εξωγενούς εφαρμογής αψισικού οξέως περιορίζονται στην περίοδο της επέκτασης των φύλλων.

[2] **Fanourakis D**, Carvalho SMP, Almeida DPF, van Doorn WG, Heuvelink E (2012) Postharvest water relations in cut rose cultivars with contrasting sensitivity to high relative air humidity during growth. *Postharvest Biology and Technology* 64, 64–73.

Μελετήθηκαν τρεις ποικιλίες *Rosa hybrida* με διαφορετική αντοχή στην υψηλή σχετική υγρασία ( $\geq 85\%$ ), προκειμένου να αναλυθούν λεπτομερώς οι υδατικές σχέσεις μετά τη συγκομιδή και να κατανοηθεί καλύτερα η γονοτυπική διακύμανση. Καλλιέργεια σε υψηλή σχετική υγρασία οδήγησε σε περίπου 80% μικρότερη διάρκεια ζωής στο βάζο σε μία ποικιλία, ενώ στις άλλες δύο ποικιλίες δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές. Η μειωμένη διατηρησιμότητα μετά από καλλιέργεια σε υψηλή σχετική υγρασία οφειλόταν στον υψηλότερο ρυθμό διαπνοής. Επίσης βρέθηκε ότι η σχετική υγρασία κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας δεν επηρέασε την υδραυλική αγωγιμότητα και την ανάκτηση της μετά από εμβολισμό. Η πρόληψη της αγγειακής απόφραξης σε μεγάλο βαθμό μετρίασε την επίδραση της υψηλής σχετικής υγρασίας κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, δείχνοντας ότι η επίδραση της γίνεται μόνο σημαντική όταν η πρόσληψη νερού είναι περιορισμένη.

[3] Savvides A, **Fanourakis D**, van Ieperen W (2012) Coordination of hydraulic and stomatal conductances across light qualities in cucumber leaves. *Journal of Experimental Botany* 63, 1135–1143.

Οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της χρωματικής ποιότητας του φωτός στην υδραυλική αγωγιμότητα του φύλλου και την στοματική αγωγιμότητα μελετήθηκαν, από κοινού με τις επιπτώσεις τους στη φωτοσύνθεση μετά από οσμωτική καταπόνηση. Η υδραυλική αγωγιμότητα του φύλλου και η στοματική αγωγιμότητα ήταν πολύ χαμηλότερες σε φύλλα που αναπτύχθηκαν χωρίς το μπλε φως. Οι διαφορές στην στοματική αγωγιμότητα προκλήθηκαν από διαφορές τόσο στο άνοιγμα όσο και την πυκνότητα των στομάτων. Η φωτοσύνθεση ήταν χαμηλότερη σε φύλλα που αναπτύχθηκαν σε κόκκινο φως, ως αποτέλεσμα της χαμηλής εσωτερικής συγκέντρωσης  $\text{CO}_2$  και μειωμένης λειτουργικής αποδοτικότητας του φωτοσυστήματος II. Η παρούσα μελέτη δείχνει το συντονισμό της υδραυλικής αγωγιμότητας του φύλλου με την στοματική αγωγιμότητα σε διάφορες ποιότητες φωτός, ενώ η παρουσία του μπλε στο φάσμα του φωτός φαίνεται να οδηγεί τις δύο αυτές αγωγιμότητες σε υψηλότερες τιμές.

[4] van Doorn WG, Hiemstra T, **Fanourakis D** (2012) Hydrogel regulation of xylem water flow: An alternative hypothesis. *Plant Physiology* 157, 1642–1649.

Η συγκέντρωση των κατιόντων στο ξυλώδες αγγειακό σύστημα επηρεάζει την ταχύτητα ροής του νερού στα φυτά. Πιθανολογείται ότι αυτό οφείλεται στην συρρίκνωση και διόγκωση των πηκτινών που

βρίσκονται στην μεμβράνη του αποφρακτικού υμενίου. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμη ελάχιστες αποδείξεις για την παρουσία της πηκτίνης στην μεμβράνη του αποφρακτικού υμενίου των αγγειόσπερμων. Το υλικό αυτό έχει βρεθεί σε ορισμένα μόνο είδη. Η παρουσία ημικυτταρινών επίσης δεν είναι βέβαιη. Η λιγνίνη, αντιθέτως, φαίνεται να είναι παρόν. Μία εναλλακτική υπόθεση διατυπώνεται, η οποία περιλαμβάνει την συρρίκνωση των πολυμερών πολύ-ηλεκτρολυτών στην μεμβράνη του αποφρακτικού υμενίου και την μεταβολή του όγκου της κινητής φάσης στους πόρους αυτούς. Αυτά τα φαινόμενα είναι το αποτέλεσμα των ηλεκτροστατικών γεγονότων.

[5] **Fanourakis D**, Heuvelink E, Carvalho SMP (2013) A comprehensive analysis of the physiological and anatomical components involved in higher water loss rates after leaf development at high humidity. *Journal of Plant Physiology* 170, 890–898.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την κακή ρύθμιση της διαπνοής μετά την ανάπτυξη των φύλλων σε υψηλή σχετική υγρασία ( $\geq 85\%$ ), αναλύθηκε η σχετική σημασία των φυσιολογικών και ανατομικών χαρακτήρων. Η υψηλότερη απώλεια νερού, ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης των φυτών σε υψηλή σχετική υγρασία, κατά κύριο λόγο προκαλείται από την αύξηση της στοματικής αγωγιμότητας, και σε μικρότερο βαθμό λόγω της υψηλότερης επιδερμικής διαπνοής. Εκτιμάται επίσης ότι η ενισχυμένη στοματική αγωγιμότητα οφείλεται στην κακή λειτουργία των στομάτων και σε μικρότερο βαθμό στο συνδυασμό της υψηλότερης πυκνότητας τους και το μεγαλύτερο μήκος πόρων. Συνάγεται ότι ο μειωμένος βαθμός και, ειδικά, ο μειωμένος ρυθμός κλεισίματος των στομάτων είναι οι πρωταρχικές αιτίες της μεγάλης γονοτυπικής διακύμανσης στον έλεγχο της διαπνοής σε φυτά που καλλιεργούνται σε υψηλή σχετική υγρασία.

[6] **Fanourakis D**, Pieruschka R, Savvides A, Macnish AJ, Sarlikioti V, Woltering EJ (2013) Sources of vase life variation in cut roses: A review. *Postharvest Biology and Technology* 78, 1–15.

Κατά τον προσδιορισμό της μετασυλλεκτικής διατηρησιμότητας (ΜΔ), συχνά δεν θεωρείται ότι η μετρούμενη ΜΔ σε ένα συγκεκριμένο πείραμα μπορεί να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις περιβαλλοντικές συνθήκες τόσο κατά την καλλιέργεια όσο κατά την αξιολόγηση. Αυτό καθιστά τη σύγκριση μεταξύ μελετών δύσκολη και μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένη ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Στην παρούσα ανασκόπηση, θα συζητήσουμε εκτενώς την επίδραση του περιβάλλοντος ανάπτυξης στην ΜΔ. Η επίδραση αυτή σχετίζεται κυρίως με τις αλλαγές στην λειτουργικότητα των στομάτων, ρυθμίζοντας την διαπνοή. Αναφέρουμε μια τεράστια μεταβλητότητα στις επιλογές που έγιναν σε σχέση με την πειραματική διάταξη (μέθοδοι συγκομιδής/κλιματισμού, συνθήκες στην αίθουσα δοκιμών και συμπτωμάτων τερματισμού της ΜΔ). Τονίζουμε ότι οι αποφάσεις αυτές, αν και συχνά παραβλέπονται, επηρεάζουν άμεσα την έκβαση της μελέτης. Προτείνονται οι προδιαγραφές για κάθε ένα από αυτούς τους παράγοντες, ως αναγκαία προϋπόθεση προς ένα κοινό πρωτόκολλο ΜΔ.

[7] Giday H, Kjaer KH, **Fanourakis D**, Ottosen CO (2013) Smaller stomata require less severe leaf drying to close: A case study in *Rosa hybrida*. *Journal of Plant Physiology* 170, 1309–1316.

Μελετήθηκε η γονοτυπική διακύμανση στον έλεγχο της διαπνοής σε 10 γονότυπους, μετά από καλλιέργεια σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας ( $\geq 85\%$ ). Παρατηρήθηκε μια ισχυρή θετική συσχέτιση της διαπνοής κατά την διάρκεια της ημέρας με την διαπνοή κατά την διάρκεια της νύχτας. Το μέγεθος των στομάτων καθόρισε το μέγεθος του πόρου (επιφάνεια διαπνοής) και είχε τεράστια διακύμανση μεταξύ των γονοτύπων. Το μέγεθος των στομάτων επίσης συσχετίστηκε σημαντικά με την ικανότητα τους να ελέγχουν την απώλεια νερού. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το μέγεθος των στομάτων εξηγεί ένα μεγάλο μέρος της ενδοειδικής διαφοράς στη ρύθμιση της διαπνοής κατά τη στέρηση νερού.

[8] Giday H, **Fanourakis D**, Kjaer KH, Fomsgaard IS, Ottosen CO (2013) Foliar abscisic acid content underlies genotypic variation in stomatal responsiveness after growth at high relative air humidity. *Annals of Botany* 112, 1857–1867.

Στόματα που σχηματίζονται σε υψηλή σχετική υγρασία ( $\geq 85\%$ ) ανταποκρίνονται λιγότερο στο αμσικό οξύ, μία επίδραση που διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών. Βρέθηκε ότι η υψηλή σχετική υγρασία οδήγησε σε μειωμένη συγκέντρωση αμσικού οξέως στα φύλλα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, ενώ η μείωση αυτή ήταν πολύ εντονότερη στις ποικιλίες που δείχνουν αποδυναμωμένη στοματική λειτουργικότητα. Παρατηρήθηκε επίσης ότι η μειωμένη συγκέντρωση αμσικού οξέως σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας οφείλεται στην έλλειψη υδατικής καταπόνησης. Ωστόσο, οι ποικιλιακές διαφορές στο κλείσιμο των στομάτων δεν ήταν εμφανείς σε δευτερογενείς αγγελιοφόρους του αμσικού οξέως ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), υποδεικνύοντας ότι αγγελιοφόροι πριν από την παραγωγή του  $\text{H}_2\text{O}_2$  εμπλέκονται στην γονοτυπική διακύμανση.

[9] **Fanourakis D**, Briese C, Max JFJ, Kleinen S, Putz A, Fiorani F, Ulbrich A, Schurr U (2014) Rapid determination of leaf area and plant height by using light curtain arrays in four species with contrasting shoot architecture. *Plant Methods* 10, 9.

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η ακρίβεια των αισθητήρων *light curtain arrays* (LC) στην εκτίμηση της φυλλικής επιφάνειας και του ύψους του φυτού, παράλληλα με την δυνατότητα ενσωμάτωσής τους σε πλατόφρμα φαινοτυποποίησης. Ερευνήθηκαν δύο δικοτυλήδονα και δύο μονοκοτυλήδονα είδη. Η μέθοδος LC προσφέρει μια ακριβή εκτίμηση της φυλλικής επιφάνειας και του μέγιστου ύψους του φυτού, ενώ ο αριθμός των διαδοχικών σιλουετών που πρέπει να μετρηθεί εξαρτάται από το είδος. Σταθερή ταχύτητα σάρωσης είναι σημαντική για τις εκτιμήσεις της φυλλικής επιφάνειας με χρήση LC, ενώ δεν επηρεάζει την μέτρηση του ύψους. Οι προσομοιώσεις της επίδρασης διαφόρων αποστάσεων μεταξύ των φυτών στην εκτίμηση της φυλλικής επιφάνειας έδωσαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα για την εφαρμογή της μεθόδου σε συστάδες μερικώς επικαλυπτόμενων φυτών.

[10] Giday H, **Fanourakis D**, Kjaer KH, Fomsgaard IS, Ottosen CO (2014) Threshold response of stomatal closing ability to leaf abscisic acid concentration during growth. *Journal of Experimental Botany* 65, 4361–4370.

Η συγκέντρωση του αμσικού οξέως ([ABA]) στα φύλλα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης επηρεάζει διάφορα μορφο-φυσιολογικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την ικανότητα του φυτού να αντιμετωπίσει το στρες. Μελετήθηκε η σχέση μεταξύ της [ABA] κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της ικανότητας του φύλλου να ρυθμίζει την απώλεια νερού κατά τη διάρκεια της αποξήρανσης ή να ενυδατώνεται. Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις στο μέγεθος των στομάτων εξηγήθηκαν από μεταβολές στην [ABA]. Επίσης η [ABA] σχετίζεται θετικά με την ικανότητα των αφυδατωμένων φύλλων να ενυδατώνονται. Ωστόσο η [ABA] συμβάλλει στην δημιουργία της λειτουργικότητας των στομάτων μέχρι ενός ορίου, ενώ περαιτέρω αύξηση της έχει μόνο βραχυπρόθεσμη επίδραση.

[11] **Fanourakis D**, Giday H, Milla R, Pieruschka R, Kjaer KH, Bolger M, Vasilevski A, Nunes-Nesi A, Fiorani F, Ottosen C-O (2015) Pore size regulates operating stomatal conductance, while stomatal densities drive the partitioning of conductance among leaf sides. *Annals of Botany* 115, 555–565.

Ο έλεγχος της διαπνοής και η στοματική αγωγιμότητα σε συνθήκες έλλειψης καταπόνησης μελετήθηκαν σε 56 γονότυπους. Μεγάλες διαφορές μεταξύ γονοτύπων βρέθηκαν στην λειτουργικότητα των στομάτων, ένα μεγάλο μέρος των οποίων εξηγείται από το μήκος τους. Οι διαφορές στην στοματική αγωγιμότητα σε συνθήκες έλλειψης καταπόνησης μεταξύ γονοτύπων σχετίστηκαν με την ικανότητα τους να ανοίγουν τον πόρο και όχι με το μέγεθος ή την πυκνότητα των στομάτων. Σε αντίθεση με αυτό, γονοτυπική διακύμανση στον καταμερισμό της στοματικής αγωγιμότητας στις δύο επιφάνειες του φύλλου εξαρτήθηκε από την κατανομή των στομάτων μεταξύ των δύο επιδερμίδων.

[12] Bergsträsser S, **Fanourakis D**, Schmittgen S, Cendrero-Mateo MP, Jansen M, Scharr H, Rascher U (2015) HyperART: non-invasive quantification of leaf traits using hyperspectral absorption-reflectance-transmittance imaging. *Plant Methods* 11, 1.

Η μελέτη αυτή εισάγει μία νέα μέθοδο για τον μη-επεμβατικό προσδιορισμό τόσο της ανάκλασης όσο και της διαπερατότητας φωτός (εύρος 400 έως από 2500 nm) σε φυτικούς ιστούς, με βάση την φασματοσκοπία. Το προτεινόμενο σύστημα προσφέρει τη δυνατότητα ακριβής χαρτογράφησης της απορρόφησης φωτός, διευρύνοντας σημαντικά τη δυνατότητα εφαρμογής της στις επιστήμες φυτών.

[13] **Fanourakis D**, Heuvelink E, Carvalho SMP (2015) Spatial heterogeneity in stomatal features during leaf elongation: an analysis using *Rosa hybrida*. *Functional Plant Biology* 42, 737–745.

Μελετήθηκε η ετερογένεια στα ανατομικά χαρακτηριστικά των στομάτων κατά την διάρκεια της ανάπτυξης σε όλη την επιφάνεια του φύλλου (περιοχή δειγματοληψίας: 1 cm<sup>2</sup>). Τα στόματα σχηματίστηκαν στα πρώτα στάδια επιμήκυνσης του φύλλου, ενώ η αύξηση του μεγέθους τους έλαβε χώρα μετέπειτα. Αξιοσημείωτες διαφορές (έως 40%) στην στοματική αγωγιμότητα υπολογίστηκαν εντός του ελάσματος του φύλλου. Η περιφέρεια του φύλλου συνέβαλε σημαντικά σε αυτή την ετερογένεια. Αυξημένα επίπεδα σχετικής υγρασίας ενίσχυσαν τις διαφορές αυτές.

[14] Carvalho DRA, Koning-Boucoiran CFS, **Fanourakis D**, Vasconcelos MW, Carvalho SMP, Heuvelink E, Krens FA, Maliepaard C (2015) QTL analysis for stomatal functioning in tetraploid *Rosa × hybrida* grown at high relative air humidity and its implications on postharvest longevity. *Molecular Breeding* 35, 172.

Η υψηλή σχετική υγρασία κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φύλλων διαταράσσει τη λειτουργία των στομάτων. Στα τριαντάφυλλα, το μέγεθος αυτής της επίδρασης εξαρτάται από το γονότυπο. Στη μελέτη αυτή, στοχεύουμε στον εντοπισμό περιοχών του γονιδιώματος που σχετίζονται με τον έλεγχο της απώλειας ύδατος. Η λειτουργία των στομάτων μετρήθηκε στην F1 γενιά (108 γονότυποι) και τους δύο γονείς (P540 και P867) ενός τετραπλοειδούς πληθυσμού τριαντάφυλλων. Εντοπίστηκαν τρία QTLs, εξηγώντας το 32% της διακύμανσης που παρατηρήθηκε στην λειτουργία των στομάτων σε φυτά που αναπτύχθηκαν σε περιβάλλον με υψηλή υγρασία.

[15] Carvalho DRA, **Fanourakis D**, Correia MJ, Monteiro JA, Araújo-Alves JPL, Vasconcelos MW, Almeida DPF, Heuvelink E, Carvalho SMP (2016) Root-to-shoot ABA signaling does not contribute to genotypic variation in stomatal functioning induced by high relative air humidity. *Environmental and Experimental Botany* 123, 13–21.

Μελετήθηκε η επίδραση της παραγωγής αμιακού οξέως στη ρίζα και της συγκέντρωσης του στο μίσχο στην λειτουργικότητα των στομάτων σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας (≥ 85%). Βρέθηκε ότι οι ανθεκτικοί στην υψηλή σχετική υγρασία γονότυποι παράγουν περισσότερο αμιακό οξύ στην ρίζα. Ωστόσο, η συγκέντρωση του αμιακού οξέως στο μίσχο δεν φαίνεται να παίζει ρόλο στην γενετική ή φαινοτυπική μεταβολή της ικανότητας των στομάτων να αντιδρούν σε ερεθίσματα.

[16] **Fanourakis D**, Giday H, Li T, Kambourakis E, Ligoixakis EK, Papadimitriou M, Strataridaki A, Bouranis D, Fiorani F, Heuvelink E, Ottosen C-O (2016) Antitranspirant compounds alleviate the mild-desiccation-induced reduction of vase life in cut roses. *Postharvest Biology and Technology* 117, 110–117.

Βρέθηκε ότι ήπια αποξηράνση μείωσε σημαντικά (10-39%) τη ζωή στο βάζο σε έξι ποικιλίες τριαντάφυλλου, ενώ δεν επηρέασε την ζωή στο βάζο στις υπόλοιπες δύο. Βρήκαμε ότι διαπνευστικές ουσίες [SNP (διεγέρτης του NO) ή ακετυλοσαλικυλικό οξύ στο νερό του ανθοδοχείου ή συσκώτιση] βελτιώνουν τη ζωή στο βάζο λουλουδιών τα οποία προηγουμένως έχουν μερικώς αποξηρανθεί. Συνάγεται το συμπέρασμα ότι η μικρή απώλεια βάρους μετασυστασιακά μπορεί να μην επηρεάζει αρνητικά τη διατηρησιμότητα με τη χρήση ουσιών που μειώνουν την απώλεια νερού.

[17] **Fanourakis D**, Bouranis D, Giday H, Carvalho DRA, Rezaei Nejad A, Ottosen C-O (2016) Improving stomatal functioning at elevated growth air humidity: A review. *Journal of Plant Physiology* 207, 51–60.

Τα φυτά που καλλιεργούνται σε υψηλή σχετική υγρασία αέρα ( $RH \geq 85\%$ ) ξηραίνονται εύκολα μετά την καλλιέργεια. Η μειωμένη επιβίωση των φυτών αυτών σχετίζεται με (i) αυξημένη επιδερμική διαπερατότητα, (ii) αλλαγές ανατομικών χαρακτηριστικών (δηλαδή μεγαλύτερο μήκος πόρου και υψηλότερη στοματική πυκνότητα), (iii) μειωμένη ικανότητα επανυδάτωσης, (iv) μειωμένη ευαισθησία υδατικού δυναμικού στην αφυδάτωση και, το σημαντικότερο, (v) σε μειωμένη ικανότητα κλεισίματος των στομάτων. Το άρθρο αυτό παρουσιάζει μια κριτική ανάλυση των στρατηγικών που διεγείρουν τη λειτουργία των στομάτων κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτού σε υψηλή σχετική υγρασία. Αυτά περιλαμβάνουν (α) την αναπαραγωγή ανεκτικών ποικιλιών, (β) παρεμβάσεις σε σχέση με το υπόγειο περιβάλλον (δηλαδή, έλλειμμα νερού, αυξημένη αλατότητα, υδροπονική καλλιέργεια και εμβολιασμός), καθώς και (γ) επηρεασμός του εναέριου περιβάλλοντος [δηλαδή, αυξημένη αναλογία του μπλε φωτός, αυξημένη κίνηση του αέρα, αύξηση της θερμοκρασίας και ψεκασμός με αβισικό οξύ (ABA)]. Τα διαθέσιμα στοιχεία δεν αφήνουν καμία αμφιβολία ότι η γονοτυπική και φαινοτυπική διακύμανση στη στοματική λειτουργία μετά από καλλιέργεια σε υψηλή σχετική υγρασία αέρα πραγματοποιείται μέσω της μεσολάβησης του ABA.

[18] **Fanourakis D**, Hyldgaard B, Giday H, Bouranis D, Körner O, Nielsen KL, Ottosen C-O (2017) Differential effects of elevated air humidity on stomatal closing ability of *Kalanchoë blossfeldiana* between the  $C_3$  and CAM states. *Environmental and Experimental Botany* 143, 115–124.

Η υψηλή σχετική υγρασία του αέρα ( $RH \geq 85\%$ ) παρεμποδίζει την λειτουργικότητα των στομάτων, εξασθενίζοντας την ικανότητα του φυτού να αντιμετωπίσει το αβιοτικό στρες. Προηγούμενες μελέτες περιορίζονταν σε είδη  $C_3$ , επομένως η επίδρασή τους στην φυσιολογία στομάτων των φυτών CAM παραμένει ανεξερευνήτη. Εξετάσαμε το θέμα μέσω συγκρίσεων των καταστάσεων  $C_3$  και CAM σε ένα προαιρετικό είδος CAM. Αυτές οι καταστάσεις επικυρώθηκαν με μετρήσεις του καθαρού ρυθμού αφομοίωσης και του επιπέδου μηλικού οξέως. Στα δύο πρώτα πειράματα, τρεις ποικιλίες *Kalanchoë* εκτέθηκαν σε μέτρια (60%) ή υψηλή (90%) RH. Φύλλα που επεκτάθηκαν σε υψηλή RH και τα φύλλα που είχαν επεκταθεί σε μέτρια RH και στη συνέχεια εκτέθηκαν σε υψηλή RH (για εννέα ημέρες) έδειξαν αυξημένη στοματική αγωγιμότητα. Στο τρίτο πείραμα, τόσο τα φυτά  $C_3$  και CAM μιας ποικιλίας *K. Blossfeldiana* εκτέθηκαν σε χαμηλή (40%), μέτρια (60%) ή υψηλή (90%) RH. Η διαπνοή των φυτών κατά τη διάρκεια της νύχτας αντιστρόφως συσχετίστηκε με την περιβαλλοντική υγρασία σε κάθε κατάσταση, ενώ κατά τη διάρκεια της ημέρας παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση μόνο σε 90% RH. Τα φύλλα *Kalanchoë* έδειξαν έναν πολύ αποτελεσματικό έλεγχο της απώλειας νερού μετά τη στέρηση νερού, ειδικά στην κατάσταση CAM. Μετά από μία εβδομάδα έκθεσης σε 90% RH, τα αποσπασμένα φύλλα έδειξαν αυξημένους ρυθμούς απώλειας νερού κατά την αποξήρανση σε φυτά  $C_3$ . Δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση υψηλής RH στην απόκριση στομάτων στην αποξήρανση στα φύλλα που αποσπαστήκαν από τα φυτά σε κατάσταση CAM. Συμπεραίνεται ότι η αρνητική επίδραση είτε της ανάπτυξης είτε της έκθεσης μιας εβδομάδας σε υψηλή RH περιορίζεται στην κατάσταση  $C_3$  στο *Kalanchoë*.

[19] de Oliveira Silva FM, Lichtenstein G, Alseekh S, Rosado-Souza L, Conte M, Suguiyama VF, Lira BS, **Fanourakis D**, Usadel B, Bhering LL, DaMatta FM, Sulpice R, Araújo WL, Rossi M, de Setta N, Fernie AR, Carrari F, Nunes-Nesi A (2017) The Genetic Architecture of Photosynthesis and Plant Growth Related Traits in Tomato. *Plant Cell and Environment* 41, 327–341.

Για τον εντοπισμό των γονιδιωματικών περιοχών που εμπλέκονται στη ρύθμιση των θεμελιωδών φυσιολογικών διεργασιών όπως η φωτοσύνθεση και η αναπνοή, αναλύθηκε ένας πληθυσμός introgression lines (ILs) του *Solanum pennellii*. Προσδιορίσαμε φαινότυπους για φυσιολογικά, μεταβολικά και αναπτυξιακά χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένων παραμέτρων φωτοσύνθεσης και φθορισμού



χλωροφύλλης. Η ανάλυση δεδομένων επέτρεψε την ταυτοποίηση 208 φυσιολογικών και μεταβολικών QTL, με 33 από αυτά να σχετίζονται με μικρότερα διαστήματα των γονιδιωματικών περιοχών, που ονομάζονται BINs. Εντοπίστηκαν οκτώ BINs που συσχετίστηκαν με υψηλότερους ρυθμούς αφομοίωσης από τον επαναλαμβανόμενο γονέα M82. Δύο και δέκα γονιδιωματικές περιοχές συσχετίστηκαν με τη συσσώρευση ξηράς ουσίας στο βλαστό και στη ρίζα, αντίστοιχα. Εννέα γονιδιωματικές περιοχές συσχετίστηκαν με επίπεδα αμύλου, ενώ δώδεκα BINs συσχετίστηκαν με τα επίπεδα άλλων μεταβολιτών. Επιπλέον, μια περιεκτική και λεπτομερής ανάλυση των γονιδιωματικών περιοχών που καλύπτουν αυτά τα QTL μας επέτρεψε να προσδιορίσουμε συνολικά 87 υποψήφια γονίδια τα οποία υποθετικά ελέγχουν τα διερευνηθέντα γνωρίσματα. Επιβεβαιώσαμε οκτώ από αυτά στο επίπεδο διακύμανσης στην έκφραση γονιδίων. Συνολικά, τα αποτελέσματά μας επέτρεψαν την ταυτοποίηση υποψήφιων γονιδίων τα οποία πιθανότατα ρυθμίζουν τη φωτοσύνθεση, τον πρωταρχικό μεταβολισμό και την ανάπτυξη των φυτών και ως εκ τούτου παρέχουν νέες οδούς για τη βελτίωση των καλλιεργειών.

[20] Koubouris G, Bouranis D, Vogiatzis E, Rezaei Nejad A, Giday H, Tsaniklidis G, Ligoxigakis EK, Blazakis K, Kalaitzis P, **Fanourakis D** (2018) Leaf area estimation by considering leaf dimensions in olive tree. *Scientia Horticulturae* 240, 440–445.

Η εκτίμηση της φυλικής επιφάνειας (ΦΕ), με βάση τις διαστάσεις των φύλλων [μήκος (Μ) και πλάτος (Π)] εξετάστηκε στο ελαιόδενδρο. Αναλύθηκαν δέκα ποικιλίες που εκτέθηκαν σε δύο καθεστώτα ποτίσματος (αρδευόμενες και μη). Το μήκος των μίσχων, μαζί με το Μ, Π, περίμετρο και επιφάνεια των φύλλων αξιολογήθηκε ψηφιακά σε πλήρως αναπτυγμένα φύλλα (480 φύλλα ανά μεταχείριση, 9.600 φύλλα συνολικά). Η ΦΕ εκτιμήθηκε με μεγαλύτερη ακρίβεια χρησιμοποιώντας μόνο το Μ, σε σύγκριση με το Π μόνο, σε οκτώ ποικιλίες. Η εκτίμηση της ΦΕ βελτιώθηκε λαμβάνοντας υπόψη τόσο το Μ όσο και το Π ταυτόχρονα, σε σύγκριση με μία μόνο διάσταση. Μελετώντας κάθε ποικιλία χωριστά, η εκτίμηση της ΦΕ ήταν εντός αποδεκτών ορίων ( $0,71 \leq R^2 \leq 0,92$ ) σε εννέα ποικιλίες, ενώ στη δέκατη λήφθηκε ένα μέτριο  $R^2$  (0,63). Το πότισμα δεν επηρέασε σημαντικά τη σχέση μεταξύ εκτιμώμενης και μετρημένης ΦΕ.

[21] Hassanvand F, Rezaei Nejad A, **Fanourakis D** (2019) Morphological and physiological components mediating the silicon-induced enhancement of geranium essential oil yield under saline conditions. *Industrial Crops and Products* 134, 19–25.

Σε αυτή τη μελέτη, εξετάστηκε ο ανακουφιστικός ρόλος του πυριτίου ( $K_2SiO_3$ ) υπό συνθήκες αλατότητας. Φυτά γερανίου αναπτύχθηκαν σε τρία επίπεδα αλατότητας (1,8, 4 και 6 ds / m με χρήση NaCl), όπου το  $K_2SiO_3$  εφαρμόστηκε εβδομαδιαίως σε διαφορετικές συγκεντρώσεις (0,5, 1 ή 1 mM). Η βιομάζα του φυτού, ο όγκος της ρίζας, η περιεκτικότητα σε φωτοσυνθετικές χρωστικές (χλωροφύλλη, καροτενοειδή) και η απόδοση αιθέριου ελαίου αξιολογήθηκαν. Η αύξηση του επιπέδου αλατότητας από 1,8 σε 4 ds / m, καθώς και από 4 έως 6 ds / m οδήγησε σε σημαντικά μικρότερα φυτά, με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε φωτοσυνθετικές χρωστικές και μειωμένη απόδοση αιθέριου ελαίου. Η εβδομαδιαία εφαρμογή του Si όχι μόνο βελτίωσε σημαντικά όλες τις παραμέτρους υπό συνθήκες ελέγχου (1,8 ds / m), αλλά και μείωσε εν μέρει τις προαναφερθείσες επιδράσεις υπό συνθήκες αλατότητας (4 και 6 ds / m). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η εβδομαδιαία εφαρμογή  $K_2SiO_3$  προάγει την παραγωγικότητα στο γεράνι, ιδιαίτερα κάτω από στρες αλατότητας.

[22] **Fanourakis D**, Hyldgaard B, Giday H, Aulik I, Bouranis D, Körner O, Ottosen C-O (2019) Stomatal anatomy and closing ability is affected by supplementary light intensity in rose (*Rosa hybrida* L.). *Horticultural Science* 46, 81–89.

Η αύξηση του επιπέδου φωτισμού στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια μέσω συμπληρωματικού φωτισμού είναι κρίσιμη για την ενίσχυση τόσο της παραγωγής όσο και της εξωτερικής ποιότητας, ιδίως κατά τις περιόδους χαμηλής διαθεσιμότητας του φωτός. Παρά τις ευρείες εφαρμογές, οι επιπτώσεις της έντασης φωτισμού κατά την καλλιέργεια στις οδούς απώλειας νερού δεν είχαν προηγουμένως μελετηθεί. Σε αυτή

τη μελέτη τα φυτά αυξήθηκαν σε 100, 200 ή 400  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  φωτοσυνθετικής πυκνότητας φωτονίων. Η αύξηση της έντασης του φωτισμού κατά την καλλιέργεια οδήγησε σε σημαντική αύξηση της φυτικής βιομάζας. Η καλλιέργεια σε ένταση φωτός υψηλότερη από 100  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  οδήγησε σε χαμηλότερα επίπεδα επιδερμικής διαπνοής. Η υψηλή ένταση του φωτός (> 200  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) οδήγησε επίσης σε καλύτερο έλεγχο της απώλειας νερού λόγω των πιο ευαίσθητων στομάτων.

[23] Zou J, Zhang Y, Zhang Y, Bian Z, **Fanourakis D**, Yang Q, Li T (2019) Morphological and physiological properties of indoor cultivated lettuce in response to additional far-red light. *Scientia Horticulturae* 257, 108725

Το υπέρυθρο (FR) φως είναι γνωστό ότι ρυθμίζει τις μορφολογικές και φυσιολογικές αντιδράσεις των φυτών με τη μεσολάβηση του φυτοχρώματος, ενώ έχει αποδοθεί περιορισμένη προσοχή στα οφέλη της συμπερίληψης του FR φωτός σε προστατευμένα περιβάλλοντα καλλιέργειας φυτών. Σε δύο μεταχειρίσεις, το FR φως συμπληρώθηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας (FR-Day) ή τέλος της ημέρας (FR-EOD, 1 ώρα). Η συνολική βιομάζα του φυτού αυξήθηκε κατά 39% και 25% στις μεταχειρίσεις FR-Day και FR-EOD, αντίστοιχα, σε σύγκριση με το μάρτυρα. Η προσθήκη FR φωτός οδήγησε σε 27-49% μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και λιγότερη επικάλυψη μεταξύ αυτών, γεγονός που διευκόλυνε την καλύτερη είσοδο φωτός στο χαμηλότερο τμήμα του φυτού. Συμπεραίνουμε ότι ο εγκλιματισμός της μορφολογίας του φυτού που προκαλείται από το πρόσθετο FR φως παίζει κεντρικό ρόλο στη βελτίωση της παραγωγής και η ενισχυμένη παραγωγή με επιπλέον FR φως δεν μπορεί να επιτευχθεί με την προσθήκη παρόμοιας ποσότητας κόκκινου και μπλε φωτός.

[24] **Fanourakis D**, Giday H, Hyldgaard B, Bouranis D, Körner O, Ottosen C-O (2019) Low air humidity during growth promotes stomatal closure ability in roses. *European Journal of Horticultural Science* 84, 245–252

Δεδομένου ότι η υψηλή σχετική υγρασία (ΣΥ) κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης εμποδίζει την λειτουργία των στομάτων, μπορεί να αναμένονται κάποιες αντίθετες αλλαγές, όταν τα φυτά υποβάλλονται σε μακροχρόνια χαμηλή ΣΥ. Καθώς η ΣΥ αυξήθηκε από 40 έως 60% καθώς και από 60 έως 90%, τα φυτά έδειξαν μεγαλύτερη επιφάνεια φύλλων και λεπτότερα φύλλα. Μεγαλύτερα στομάτια σημειώθηκαν σε 90% ΣΥ, σε σύγκριση με 40 ή 60%. Η φυσιολογία των στομάτων επηρεάστηκε σημαντικά από 90% ΣΥ, συμπεριλαμβανομένων των μειωμένων μεταβολών της στοματικής αγωγιμότητας μέσα στην φωτοπερίοδο, εξασθενημένη ανταπόκριση ανοίγματος μετά από μετάβαση από σκοτάδι σε φως, καθώς και μειωμένη ανταπόκριση στο κλείσιμο κατά τη σκοτοπερίοδο. Τα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε 90% ΣΥ έδειξαν επίσης μειωμένη ικανότητα να ελέγχουν την απώλεια νερού κατά τη στέρηση νερού, σε σύγκριση με αυτά που αναπτύχθηκαν σε 60%. Αντίθετα, η ανάπτυξη φυτών σε 40% ΣΥ είχε ως αποτέλεσμα τα στομάτια να ανταποκρίνονταν πολύ περισσότερο στη στέρηση νερού, σε σύγκριση με φυτά που είχαν αναπτυχθεί σε 60% ΣΥ. Συμπερασματικά, η χαμηλή ΣΥ κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, η οποία είναι χαρακτηριστική κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, οδηγεί σε παχύτερα φύλλα με πολύ ευαίσθητα στομάτια.

[25] **Fanourakis D**, Nikoloudakis N, Pappi P, Markakis E, Doupis G, Charova SN, Delis C, Tsaniklidis G (2020) The role of proteases in determining stomatal development and tuning pore aperture: A review. *Plants* 9, 340

Οι πρωτεάσες, τα πρωτεολυτικά ένζυμα που καταλύουν τη διάσπαση και την ανακύκλωση πρωτεϊνών, διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο σε μια ποικιλία βιολογικών διεργασιών, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης των στομάτων και των συστημικών αντιδράσεων στο στρες. Σε αυτήν την ανασκόπηση, συνοψίζουμε όσα είναι γνωστά για τη συμμετοχή τους στην οργανογένεση των στομάτων και τον έλεγχο του ανοίγματος του στοματικού πόρου. Υπάρχει ένα συναρπαστικό σύνολο αποδεικτικών στοιχείων που αποδεικνύουν ότι οι πρωτεάσες εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα στη διαδικασία ανάπτυξης των στομάτων,

επηρεάζοντας τη συχνότητα, απόσταση, καθώς και το μέγεθος τους. Επιπλέον, αναφέρεται ότι εμπλέκονται στη μεταβατική ρύθμιση του στοματικού ανοίγματος, ελέγχοντας έτσι την ανταλλαγή αερίων. Κατά συνέπεια, η μεσολάβηση τους επηρεάζει σημαντικά την ικανότητα των φυτών να αντιμετωπίσουν όχι μόνο τους αβιοτικούς στρεσογόνους παράγοντες, αλλά και για να αντιληφθούν και να ανταποκριθούν στα βιοτικά ερεθίσματα. Αν και ο καθοριστικός ρόλος των πρωτεασών στην ανάπτυξη και λειτουργία των στομάτων μόλις ξεκινά, η κατανόησή μας για τις υποκείμενες διαδικασίες και τους κυτταρικούς μηχανισμούς παραμένει ημιτελής.

[26] Sørensen HK, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Bouranis D, Rezaei Nejad A, Ottosen C-O (2020) Using artificial lighting based on electricity price without a negative impact on growth, visual quality or stomatal closing response in *Passiflora*. *Scientia Horticulturae* 153, 92–105

Η χρήση πρόσθετου φωτός (SL) με αυξημένη ενεργειακή απόδοση θα μείωνε το κόστος καλλιέργειας. Πριν από την εφαρμογή του, ωστόσο, θα πρέπει να ερευνηθούν οι επιδράσεις του. Η έρευνα αυτή έλαβε χώρα σε δύο γονότυπους *Passiflora*, αξιολογώντας την ανάπτυξη, το φθορισμό χλωροφύλλης, καθώς και την ανατομία στομάτων (πυκνότητα, μέγεθος και διαστάσεις πόρων). Τα φυτά μάρτυρες έλαβαν SL καθορισμένης ημέρας, ενώ άλλα φυτά έλαβαν οικονομικά αποδοτικό καθεστώς φωτισμού με κυμαινόμενες περιόδους SL με βάση την προβλεπόμενη ηλιακή ακτινοβολία και την τιμή ηλεκτρικής ενέργειας. Το οικονομικά αποδοτικό μοντέλο φωτισμού δεν εμπόδιζε την ανάπτυξη των λουλουδιών ούτε καθυστέρησε τον χρόνο άνθησης σε κάθε γονότυπο. Το οικονομικά αποδοτικό μοντέλο φωτισμού προήγαγε (22%) τη συσσώρευση βιομάζας σε έναν γονότυπο, ο οποίος παρουσίασε επίσης αυξημένο ρυθμό αφομοίωσης (34,8%) σε μεγάλο εύρος τάσης υδρατμών (7-18 mb). Παρόλο που και οι δύο γονότυποι παρουσίασαν αυξημένη στοματική αγωγιμότητα (25-44%) κάτω από το οικονομικά αποδοτικό φωτισμό, η λειτουργία των στομάτων δεν εξασθένησε. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι το SL μπορεί να προγραμματιστεί δυναμικά χωρίς να διακυβεύονται ούτε τα εξωτερικά χαρακτηριστικά ποιότητας ούτε ο έλεγχος της απώλειας νερού στα φυτά της *Passiflora*.

[27] **Fanourakis D**, Bouranis D, Tsaniklidis G, Rezaei Nejad A, Ottosen C-O, Woltering EJ (2020) Genotypic and phenotypic differences in fresh weight partitioning of cut rose stems: implications for water loss. *Acta Physiologia Plantarum* 42, 48

Εξετάσαμε τη μεταβολή της κατανομής μάζας μεταξύ των διαφόρων οργάνων του δρεπτού άνθους και αξιολογήσαμε το ρόλο τους στις υδατικές σχέσεις. Στο πρώτο μέρος της μελέτης, τα φύλλα, το λουλούδι και το στέλεχος εκτέθηκαν σε αποξήρανση. Η απώλεια νερού (ανά μάζα) τόσο του λουλουδιού όσο και του στελέχους ήταν χαμηλή, σχετικά σταθερή με την πάροδο του χρόνου και ήταν συγκρίσιμη μεταξύ των τριών εξεταζόμενων ποικιλιών. Αντ' αυτού, η απώλεια νερού (ανά μάζα) των φύλλων αρχικά ήταν πολύ υψηλότερη και μειώθηκε κατά την αποξήρανση εξαιτίας του κλεισίματος των στομάτων. Τα φύλλα είχαν τη μεγαλύτερη συμβολή στη μείωση της απώλειας νερού λουλουδιών, ενώ αυτή η συμβολή ήταν διαφορετική μεταξύ των ποικιλιών υπό εξέταση. Έγινε μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της απώλειας βάρους των φύλλων στο πείραμα αποξήρανσης και της διάρκειας ζωής των κομμένων λουλουδιών στο βάζο. Στο δεύτερο μέρος της μελέτης αξιολογήθηκε η κατανομή του νερού βάρους εντός και μεταξύ των τεμαχισμένων τριαντάφυλλων. Ανάμεσα σε οκτώ ποικιλίες, οι βλαστοί ίδιου βάρους μπορεί να έχουν πάνω από 11% διαφορά στο βάρος των φύλλων.

[28] **Fanourakis D**, Aliniaiefard S, Sellin A, Giday H, Körner O, Rezaei Nejad A, Delis C, Bouranis D, Koubouris G, Kambourakis E, Nikoloudakis N, Tsaniklidis G (2020) Stomatal behavior following mid- or long-term exposure to high relative air humidity: A review. *Plant Physiology and Biochemistry* 153, 92–105

Η υψηλή σχετική υγρασία ( $\Sigma Y \geq 85\%$ ) είναι συχνή σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα και όχι ασυνήθιστη στη φύση. Σε αυτήν την εργασία, εξετάζουμε τις επιπτώσεις της υψηλής ΣΥ στα φυτά με ιδιαίτερη έμφαση

στους στοματικούς χαρακτήρες. Όλες οι πτυχές της στοματικής φυσιολογίας εξασθενούνται από αυξημένη RH κατά τη διάρκεια της επέκτασης των φύλλων (μακροπρόθεσμα) σε C<sub>3</sub> είδη. Αυτές περιλαμβάνουν μειωμένη απόκριση ανοίγματος και κλεισίματος. Κατά συνέπεια, τα φυτά μετά από καλλιέργεια σε υψηλή ΣΥ δεν είναι μόνο ευάλωτα σε βιοτικό και αβιοτικό στρες, αλλά επίσης υφίστανται απορρυθμίση μεταξύ πρόσληψης CO<sub>2</sub> και απώλειας νερού. Καμία επίδραση της υψηλής ΣΥ δεν είναι εμφανής στα C<sub>4</sub> και CAM είδη. Ο σχηματισμός μεγαλύτερων στομάτων με μεγαλύτερους πόρους είναι μια καθολική αντίδραση στην υψηλή ΣΥ κατά τη διάρκεια της επέκτασης των φύλλων, ενώ η επίδραση στην πυκνότητα των στομάτων φαίνεται να εξαρτάται από το είδος και την πλευρά των φύλλων. Τα περισσότερα είδη χάνουν τη στοματική λειτουργία μετά από μεσοπρόθεσμη έκθεση (4-7 d) σε υψηλή ΣΥ μετά την επέκταση των φύλλων. Κατά συνέπεια, ο ρυθμιστικός ρόλος της υγρασίας στη στοματική λειτουργικότητα δεν περιορίζεται στην περίοδο αύξησης των φύλλων, αλλά διατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του φύλλου.

[29] Chen Y, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Aliniaiefard S, Yang Q, Li T (2021) Low UVA intensity during cultivation improves the lettuce shelf-life, an effect that is not sustained at higher intensity. *Postharvest Biology and Technology* 172, 111376

Το φως του ήλιου περιλαμβάνει UVA (320–400 nm). Δεδομένου ότι δεν έχει σημασία για τη φωτοσύνθεση, δίνεται λιγότερη αναγνώριση στη χρησιμότητά του στην καλλιέργεια. Εξετάσαμε πώς η καλλιέργεια σε διαφορετικά επίπεδα UVA (0, 10 και 40 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) επηρεάζει την ποιότητα του μαρουλιού μετά τη συγκομιδή, αξιολογώντας τη δυναμική στο χρόνο πολλών υποκειμένων πτυχών, όπως απώλεια βάρους, φθορισμός χλωροφύλλης, περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, πρωτογενή αποθέματα ενέργειας (άμυλο, σάκχαρα), χρωστικές ουσίες (χλωροφύλλη, καροτενοειδή), δραστηριότητα των ενζύμων που σχετίζονται με την αμαύρωση, δραστηριότητα αντιοξειδωτικών ενζύμων, συσσώρευση μη ενζυματικών αντιοξειδωτικών (πολυφαινόλες, ασκορβικό οξύ) και τη συσσώρευση ROS (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>). Διεξήχθησαν αξιολογήσεις (διαστήματα 5 d) σε κομμένα φύλλα για 15 d (16 °C, 70% σχετική υγρασία αέρα). Οι μάρτυρες υπέστησαν σταδιακή μείωση τόσο των πρωτογενών αποθεμάτων ενέργειας όσο και της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες. Επίσης υπέφεραν από υποβάθμιση του χρώματος λόγω της μείωσης της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη. Παρατηρήθηκε επίσης βλάβη ως αποτέλεσμα των αυξημένων επιπέδων ROS. Το χαμηλό επίπεδο UVA βελτίωσε σαφώς όλες τις παραμέτρους ποιότητας, ενώ η εφαρμογή υψηλής έντασης UVA προκάλεσε περιορισμένα αποτελέσματα σε σύγκριση με το μάρτυρα. Συνολικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η προωθητική επίδραση της UVA κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας στη διατροφική ποιότητα του μαρουλιού και τη διάρκεια ζωής εξαρτάται έντονα από την ένταση και προκαλείται από διάφορες διαδικασίες.

[30] Nikoloudakis N, Pappi P, Markakis EA, Charova SN, **Fanourakis D**, Paschalidis K, Delis C, Tzortzakakis EA, Tsaniklidis G (2020) Structural diversity and highly specific host-pathogen transcriptional regulation of defensin genes is revealed in tomato. *International Journal of Molecular Sciences* 21, 9380

Οι defensins είναι μικρά αντιμικροβιακά πεπτίδια, τα οποία μπορεί να δρουν εναντίον παθογόνων είτε άμεσα (μέσω διάλυσης μεμβρανών) είτε έμμεσα (ως μόρια σηματοδότησης που συμμετέχουν στην οργάνωση της κυτταρικής άμυνας). Στην τρέχουσα μελέτη, εξετάσαμε το γονιδίωμα του *Solanum lycopersicum* για την ταυτοποίηση των defensin γονιδίων και μελετήσαμε περαιτέρω τις μεταγραφικές αποκρίσεις σε βιοτικά και αβιοτικά ερεθίσματα. Βρέθηκε ότι η μεταγραφή των γονιδίων που κωδικοποιούν τις defensins εξαρτάται κυρίως από συγκεκριμένα πρότυπα αναγνώρισης παθογόνων (όπως *V. dahliae* και *M. javanica*). Αντιθέτως, οι σχεδόν μηδενικές επιδράσεις των ιώσεων και της χαμηλής θερμοκρασίας, αλλά και η αποτυχία τους να προκαλέσουν τη μεταγραφή του αντίστοιχου γονιδίου υποδηλώνουν ότι οι παράγοντες αυτοί πιθανότατα δεν ενεργοποιούν τις defensins στη τομάτα.

[31] Seif M, Aliniaiefard S, Arab M, Mehrjerdi MZ, Shomali A, **Fanourakis D**, Li T, Woltering E (2021) Monochromatic red light during plant growth decreases the size and improves the functionality of stomata in chrysanthemum. *Functional Plant Biology* 48, 515–528.

Οι δίοδοι εκπομπής φωτός (LED) επιτρέπουν τον ακριβή έλεγχο της ποιότητας του φωτός. Η επίδραση της ποιότητας φωτός εξετάστηκε στο χρυσάνθεμο με αξιολόγηση της ανάπτυξης, του φθορισμού χλωροφύλλης (πριν και μετά την ξήρανση), καθώς και την ανατομία και ικανότητα κλεισίματος των στομάτων. Τα φυτά αναπτύχθηκαν υπό μπλε (B), κόκκινο (R), ένα μείγμα R (70%) και B (RB), ή λευκό (W; 41% B, 39% ενδιάμεσο φάσμα, 20% R) LED. Αν και το φως R προήγαγε την ανάπτυξη, προκάλεσε παραμόρφωση των φύλλων και διατάραξε το φωτοσυνθετικό σύστημα. Το μεγαλύτερο μέγεθος στομάτων σημειώθηκε μετά την ανάπτυξη κάτω από το φως B, ενώ το μικρότερο κάτω από το φως R. Η μεγαλύτερη πυκνότητα στομάτων παρατηρήθηκε υπό το φως W. Το μονοχρωματικό φως R διέγειρε τόσο τον ρυθμό όσο και τον βαθμό κλεισίματος των στομάτων μετά από ξήρανση, σε σύγκριση με τις άλλες ποιότητες φωτός. Συνάγεται το συμπέρασμα ότι το μέγεθος των στομάτων ελέγχεται κυρίως από το φάσμα B, ενώ ένα ευρύτερο φασματικό εύρος είναι σημαντικό για τον προσδιορισμό της πυκνότητας των στομάτων. Το μονοχρωματικό φως R ενισχύει την ικανότητα των στομάτων να ρυθμίζουν την απώλεια νερού κατά την ξήρανση

[32] Tsaniklidis G, Chatzistathis T, **Fanourakis D**, Nikoloudakis N, Kotsiras A, Delis C, Tzortzakakis EA (2021) Leaf antioxidant machinery is stimulated by *Meloidogyne javanica* infestation independently of its intensity: A case study in *Cucumis melo*. *Plant Stress* 1, 100002.

Οι φυσιολογικές αντιδράσεις σε επίπεδο φύλλου αξιολογήθηκαν μετά από 40 ημέρες καλλιέργειας υπό διαφορετικά καθεστώτα προσβολής του νηματώδη *Meloidogyne javanica*. Οι παράμετροι ανάπτυξης των φύλλων και η περιεκτικότητα σε φωτοσυνθετικές χρωστικές (χλωροφύλλη, καροτενοειδή) δεν επηρεάστηκαν από την προσβολή, ενώ η συγκέντρωση καλίου στο φύλλωμα μειώθηκε σημαντικά. Η έκφραση του γονιδίου RuBIsCo activase συσχετίστηκε αρνητικά με το επίπεδο προσβολής. Τα συνολικά φλαβονοειδή, τα συνολικά φαινολικά, η δραστηριότητα φαινυλαλανίνης αμμωνίας-λυάσης, καθώς και η μεταγραφή γονιδίου υπεροξειδάσης ασκορβικού, ήταν υψηλότερα στα προσβεβλημένα φυτά (ανεξάρτητα από το επίπεδο προσβολής). Συνολικά, τα παρόντα δεδομένα δείχνουν ότι η προσβολή νηματώδη επηρεάζει κυρίως τα επίπεδα καλίου στα φύλλα. Επιπλέον, ενεργοποιείται μια σημαντική διέγερση των φυτικών αντιοξειδωτικών μηχανισμών (ανεξάρτητα από την ένταση της προσβολής των νηματωδών).

[33] Chatzistathis T, **Fanourakis D**, Aliniaiefard S, Kotsiras A, Delis C, Tsaniklidis G (2021) Leaf age-dependent effects of boron toxicity in two *Cucumis melo* varieties. *Agronomy* 11, 759.

Το βόριο (B) είναι ένα βασικό θρεπτικό συστατικό για την ανάπτυξη των φυτών, παρουσιάζοντας εξαιρετικά στενά περιθώρια μεταξύ ανεπάρκειας και τοξικότητας. Η τοξικότητα B είναι καταστροφική για την παραγωγικότητα και είναι εμφανής για ένα συνεχώς αυξανόμενο τμήμα της γεωργικής γης, υπό την επίρραση της συνεχιζόμενης κλιματικής αλλαγής. Σε αυτή τη μελέτη, τα αποτελέσματα της αυξημένης συγκέντρωσης B (χρησιμοποιώντας  $H_3BO_3$ ) αντιμετωπίστηκαν εξετάζοντας κρίσιμες φυσιολογικές αντιδράσεις νεαρών και ώριμων φύλλων, που στερούνται συμπτωμάτων τοξικότητας σε δύο *Cucumis melo* ποικιλίες (ξυλάγγουρο, πεπόνι). Το B μετατοπίστηκε κυρίως μέσω του ρεύματος διαπνοής και δευτερευόντως μέσω του ενεργού συστήματος μεταφοράς (κυτταρική μεμβράνη). Το μοτίβο κατανομής B ήταν ανεξάρτητο από την ηλικία των φύλλων και παρέμεινε μάλλον αμετάβλητο υπό την αυξημένη συγκέντρωση B. Το ξυλάγγουρο, που εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα B στα φύλλα, υπέστη αυξημένες δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη (ρίζας και βλαστού), στην περιεκτικότητα σε φωτοσυνθετικές χρωστικές ουσίες, στην ακεραιότητα των κυτταρικών μεμβρανών και επίσης παρουσίασε εξασθενημένη αντιοξειδωτική διέγερση. Συγκεκριμένα, και σε αντίθεση με άλλους αβιοτικούς στρεσογόνους παράγοντες, δεν υπήρχε καμία ένδειξη συστηματικής αντίδρασης που προκαλείται από τοξικότητα B. Συμπερασματικά, οι φυσιολογικές αποκρίσεις στην τοξικότητα του B είναι εξαιρετικά εντοπισμένες. Επιπλέον, η

παρεμπόδιση της διάχυσης και η μετατόπιση B στα εναέρια όργανα υπό αυξημένη παροχή B εξαρτάται από τον γονότυπο, που διέπει τις φυσιολογικές αποκρίσεις των φυτών.

[34] **Fanourakis D**, Kazakos P, Nektarios PA (2021) Allometric individual leaf area estimation in chrysanthemum. *Agronomy* 11, 795.

Ένα μοντέλο για την εκτίμηση της επιφάνειας μεμονωμένων φύλλων (LA) χρησιμοποιώντας τις διαστάσεις τους αναπτύχθηκε στο χρυσάνθεμο. Δοκιμάστηκαν επίσης οι παρακάτω υποθέσεις: α) Η εκτίμηση της LA βελτιώνεται λαμβάνοντας υπόψη το μήκος του ελάσματος ( $L_b$ ) παρά το μήκος των φύλλων (L) και β) μια καλή εκτίμηση της LA μπορεί να επιτευχθεί εξετάζοντας το L σε συνδυασμό με ένα παράγοντα σχήματος, ο οποίος εξαρτάται από την ποικιλία. Για την ανάπτυξη του μοντέλου, χρησιμοποιήθηκαν έξι ποικιλίες, ενώ για την επικύρωση του μοντέλου χρησιμοποιήθηκε ένα ανεξάρτητο σύνολο εννέα ποικιλιών. Αρκετά χαρακτηριστικά αξιολογήθηκαν ψηφιακά σε πλήρως διασταλμένα φύλλα, όπως μήκος μίσχου, φυλλικό L, πλάτος (W), περίμετρος, τέσσερις παράμετροι σχήματος ( $L_b/L$ , aspect ratio, circularity, roundness, and solidity), μαζί με τη LA. Μία ευρεία διακύμανση αποκαλύφθηκε στα χαρακτηριστικά των φύλλων που μελετήθηκαν, αντανακλώντας το μεγάλο αριθμό ποικιλιών του δείγματος. Η εκτίμηση της LA ήταν πιο ακριβής λαμβάνοντας υπόψη τόσο το L όσο και το W, σε σύγκριση με μία μόνο διάσταση. Ένα γραμμικό μοντέλο, που χρησιμοποιεί το προϊόν του L με W ως ανεξάρτητη μεταβλητή, παρείχε την πιο ακριβή εκτίμηση της LA ( $R^2 = 0,84$ ). Η επικύρωση του μοντέλου έδειξε μια πολύ σημαντική συσχέτιση μεταξύ υπολογισμένης και μετρημένης LA ( $R^2 = 0,88$ ). Με την αντικατάσταση του L από το  $L_b$  η εκτίμηση της LA ήταν επαρκής ( $R^2 = 0,832$ ), αλλά λιγότερο ακριβής. Σε αντίθεση με τις προσδοκίες, η εξέταση του L και ενός χαρακτήρα σχήματος για κάθε ποικιλία γενικά οδήγησε σε μη ακριβείς εκτιμήσεις της LA.

[35] Taheri-Garavand A, Rezaei Nejad A, **Fanourakis D**, Fatahi S, Ahmadi-Majd M (2021) Employment of artificial neural networks for non-invasive estimation of leaf water status using color features: a case study in *Spathiphyllum wallisii*. *Acta Physiologia Plantarum* 43, 78.

Η δυνατότητα συνδυασμού τεχνητών νευρωνικών δικτύων (ANN) και επεξεργασίας εικόνας για την αξιολόγηση της περιεκτικότητας νερού σε φύλλα αξιολογήθηκε. Το *Spathiphyllum wallisii* χρησιμοποιήθηκε ως πρότυπο είδος. Κατά τη διάρκεια της αποξήρανσης, τα φύλλα ζυγίστηκαν περιοδικά και απεικονίστηκαν. Η απόκτηση εικόνας πραγματοποιήθηκε από έναν σαρωτή και, επομένως, ήταν ανεξάρτητη από το φωτισμό. Η εξαγωγή χαρακτηριστικών χρωμάτων πραγματοποιήθηκε σε τρεις χρωματικούς χώρους (RGB, HSI και CIELAB), ενώ έξι στατιστικά χαρακτηριστικά υπολογίστηκαν για καθένα από τα κανάλια χρωμάτων. Η μεθοδολογία που παρουσιάζεται απέδωσε πολύ ακριβείς εκτιμήσεις της περιεκτικότητας νερού φύλλων (συντελεστή συσχέτισης  $> 0,95$ ). Επομένως, η υπό μελέτη τεχνική αποδείχθηκε πολύ ελπιδοφόρος για μη επεμβατικές επιτόπιες μετρήσεις της υδατικής κατάστασης των φύλλων.

[36] Tsaniklidis G, Charova SN, **Fanourakis D**, Tsafouros A, Nikoloudakis N, Goumenaki E, Tsantili E, Roussos PA, Spiliopoulos IK, Paschalidis K, Delis C (2021) The role of temperature in mediating postharvest polyamine homeostasis in tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology* 179, 111586.

Οι πολυαμίνες εμπλέκονται ενεργά σε διάφορες διεργασίες, συμπεριλαμβανομένης της ωρίμανσης των φρούτων και της αντίδρασης στη καταπόνηση. Αυτή η μελέτη ερευνά το ρόλο της θερμοκρασίας αποθήκευσης στον μεταβολισμό της πολυαμίνης των φρούτων τομάτας. Οι θερμοκρασίες που εφαρμόστηκαν (5, 10 και 25 °C) και η διάρκεια αποθήκευσης (7 ημέρες) χρησιμοποιούνται τακτικά σε πραγματικές συνθήκες. Αξιολογήθηκε το μεταβολικό προφίλ των πολυαμινών και η γονιδιακή μεταγραφή των ενζύμων που μεσολαβούν στη βιοσύνθεση και τον καταβολισμό τους. Η Putrescine ήταν η κύρια πολυαμίνη σε όλες τις περιπτώσεις, ενώ το περιεχόμενό της αυξήθηκε κατά την ωρίμανση, καθώς και σε φρούτα αποθηκευμένα στους 5 °C. Αυτή η μελέτη δείχνει ότι η θερμοκρασία αποθήκευσης τροποποιεί την

ομοιόσταση των πολυαμινών στην τομάτα, η οποία με τη σειρά της ενορχηστρώνει τις φυσιολογικές διαδικασίες που σχετίζονται με την ωρίμανση.

[37] Körner O, **Fanourakis D**, Hwang MC-R, Hyldgaard B, Tsaniklidis G, Nikoloudakis N, Larsen DH, Ottosen C-O, Rosenqvist E (2021) Incorporating cultivar-specific stomatal traits into stomatal conductance models improves the estimation of evapotranspiration enhancing greenhouse climate management. *Biosystems Engineering* 208, 131–151.

Εξετάστηκε η επίδραση των ποικιλιακών διαφορών στη στοματική αγωγιμότητα ( $g_s$ ) στην ενέργεια που απαιτείται για τη ρύθμιση της σχετικής υγρασίας (RH). Πραγματοποιήσαμε έξι πειράματα για να μελετήσουμε τη διακύμανση της εξατμισοδιαπνοής ( $ET_c$ ) έξι ποικιλιών τριαντάφυλλου, να διερευνήσουμε τις υποκείμενες διαδικασίες και να παραμετροποιήσουμε ένα μοντέλο  $ET_c$  που βασίζεται στη  $g_s$ . Πολλά επίπεδα  $ET_c$  πραγματοποιήθηκαν προσαρμόζοντας το περιβάλλον ανάπτυξης. Το κοινό Ball–Woodrow–Berry  $g_s$ -υπό-μοντέλο (μοντέλο BWB) στον υπολογισμό  $ET_c$  επικυρώθηκε υπό συνθήκες θερμοκηπίου και έδειξε μια καλή συμφωνία μεταξύ υπολογιζόμενης και μετρούμενης  $ET_c$ . Το επικυρωμένο μοντέλο ενσωματώθηκε σε προσομοιωτή θερμοκηπίου. Η μελέτη προσομοίωσης έδειξε ότι η επιλογή ποικιλιών με χαμηλή  $g_s$  μειώνει τη ζήτηση ενέργειας ( $\leq 5,75\%$ ), ανάλογα με το επιθυμητό επίπεδο RH. Ωστόσο, το μοντέλο BWB έδειξε κακή ποιότητα πρόβλεψης σε RH χαμηλότερη από 60% και καλή εφαρμογή σε υψηλότερη RH. Επομένως, έγινε μια προσπάθεια βελτίωσης της πρόβλεψης του μοντέλου: Τα δεδομένα που ελήφθησαν χρησιμοποιήθηκαν για την προσαρμογή και επέκταση είτε του μοντέλου BWB, είτε της επέκτασης Liu με υδατικό δυναμικό υποστρώματος ( $\Psi$ ; BWB-Liu- μοντέλο). Και τα δύο μοντέλα επεκτάθηκαν με τη συχνότητα στομάτων ( $D_s$ ) ή την επιφάνεια του στοματικού πόρου. Αν και το τροποποιημένο μοντέλο BWB-Liu (λαμβάνοντας υπόψη το  $D_s$ ) επέτρεψε υψηλότερη ακρίβεια ( $R^2 = 0,59$ ), σε σύγκριση με τη βασική έκδοση ( $R^2 = 0,31$ ), η τυπική έλλειψη μέτρησης  $\Psi$  σε μοντέλα θερμοκηπίου μπορεί να είναι προβληματική για εφαρμογές σε πραγματικό χρονικό. Η τρέχουσα μελέτη θέτει τις βάσεις για την ανάπτυξη ειδικών στρατηγικών καλλιέργειας, καθώς και τη βελτίωση του υπο-μοντέλου  $g_s$  για δυναμικές κλιματολογικές συνθήκες υπό χαμηλή RH χρησιμοποιώντας συστήματα ελέγχου βάσει μοντέλων.

[38] Zhang Y, Ntagkas N, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Zhang Y, Zou J, Cheng R, Yang Q, Li T (2021) The role of light intensity in mediating ascorbate content during postharvest tomato ripening: a transcriptomic analysis. *Postharvest Biology and Technology* 180, 111622.

Το ασκορβικό οξύ (ASA) είναι ένα βασικό αντιοξειδωτικό, που συμμετέχει σε διάφορες διαδικασίες. Σε αυτή τη μελέτη, φρούτα ντομάτας σε δύο στάδια ωριμότητας αρχικά εκτέθηκαν στο φως σε τέσσερις επίπεδα έντασης φωτοσυνθετικής ακτινοβολίας (PPFD) [0 (σκοτάδι), 50, 300, 600  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ] και μετά στο σκοτάδι. Καθώς η PPFD αυξήθηκε, το περιεχόμενο ASA βελτιώθηκε. Η αύξηση του περιεχομένου ASA που προκαλείται από το φως εξαρτάται από το στάδιο ωριμότητας και συνεχίστηκε μετά από έκθεση στο σκοτάδι. Υψηλή PPFD ρυθμίζει την έκφραση των βασικών γονιδίων της βιοσυνθετικής οδού D-μαννόζης / L-γαλακτόζης, δείχνοντας ότι η βιοσύνθεση συνέβαλε στη συσσώρευση του, ενώ η ανακύκλωση ASA είχε περιορισμένη συμβολή. Βρέθηκε επίσης ότι η υψηλή PPFD ενισχύει δυννητικά τη φωτοσυνθετική μεταγωγή φωτονίων. Η υψηλή PPFD επίσης ρυθμίζει την έκφραση των γονιδίων υπεύθυνα για τη κωδικοποίηση μη ενζυματικής αντιοξειδωτικής βιοσύνθεσης. Δείχνουμε ότι η φωτοσυνθετική μεταγωγή φωτονίων μεσολαβεί στη προσαρμογή των φρούτων στην ένταση του φωτός και παρέχει νέες πληροφορίες σχετικά με τη διαδραστική ρύθμιση του περιεχομένου ASA σε φρούτα.

[39] Taheri-Garavand A, Nasiri A, **Fanourakis D**, Fatahi S, Omid M, Nikoloudakis N (2021) Automated *in situ* seed variety identification via deep learning: A case study in chickpea. *Plants* 10, 1406.

Η έγκαιρη αναγνώριση ποικιλίας σπόρων είναι κρίσιμη για τον περιορισμό της ποιοτικής και ποσοτικής απώλειας απόδοσης και της ασύγχρονης παραγωγής. Η συμβατική μέθοδος είναι μια υποκειμενική και

επιρρεπής σε σφάλματα διαδικασία, καθώς βασίζεται σε εμπειρογνώμονες και συνήθως απαιτεί διαπιστευμένο υλικό σπόρου. Αυτό το άρθρο παρουσιάζει ένα πλαίσιο συνελκτικού νευρωνικού δικτύου (CNN) για την αυτόματη αναγνώριση των ποικιλιών ρεβιθίου χρησιμοποιώντας εικόνες σπόρων στο ορατό φάσμα (400–700 nm). Χρησιμοποιήθηκαν δύο συσκευές χαμηλού κόστους για την απόκτηση εικόνας. Οι συνθήκες φωτισμού και απεικόνισης (φόντο, εστίαση, γωνία και απόσταση από κάμερα προς δείγμα) ήταν ποικίλες. Η διάκριση των περίπλοκων οπτικών χαρακτηριστικών των διαφορετικών ποικιλιών ρεβιθίου και η αναγνώρισή τους σύμφωνα με αυτά τα χαρακτηριστικά ήταν εφικτή από το μοντέλο. Το μοντέλο μπόρεσε να αναγνωρίσει διαφορετικές ποικιλίες σπόρων ρεβιθίου με μέση ακρίβεια ταξινόμησης άνω του 94%. Επιπλέον, το προτεινόμενο μοντέλο ήταν ανεξάρτητο από τη συσκευή λήψης εικόνων, το περιβάλλον φωτός και τις ρυθμίσεις απεικόνισης. Αυτό ανοίγει το δρόμο για την επέκταση σε νέες εφαρμογές που χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα για την απόκτηση και επεξεργασία πληροφοριών επί τόπου. Η προτεινόμενη διαδικασία αντλεί δυνατότητες ανάπτυξης στη βιομηχανία σπόρων και κινητές εφαρμογές για γρήγορες και ισχυρές αυτοματοποιημένες πρακτικές αναγνώρισης σπόρων.

[40] **Fanourakis D**, Papadopoulou E, Valla A, Tzanakakis VA, Nektarios PA (2021) Partitioning of transpiration to cut flower organs and its mediating role on vase life response to dry handling: A case study in chrysanthemum. *Postharvest Biology and Technology* 181, 111636.

Ο διαμεσολαβητικός ρόλος των υδατικών σχέσεων στη μείωση της διατηρησιμότητας μετά από ξηρή αποθήκευση εξετάστηκε στο χρυσάνθεμο. Στο πρώτο μέρος της μελέτης, η συμβολή των διαφορετικών οργάνων (φύλλα, στέλεχος, άνθος) στην διαπνοή ολόκληρων των δρεπτών ανθέων καθορίστηκε σε 12 ποικιλίες. Κατά τη διάρκεια της αποξήρανσης, η διαπνοή των φύλλων μειώθηκε λόγω κλεισίματος των στομάτων. Αντίθετα, δεν υπήρξε καμία ενεργή ρύθμιση στο στέλεχος ή το άνθος. Ένα μικρό μέρος της συνολικής διαπνοής ήταν μέσω του άνθους ( $12,3 \pm 0,3\%$ ), με την κύρια συνεισφορά να εντοπίζεται στα φύλλα ή το στέλεχος. Στο δεύτερο μέρος της μελέτης, η διατηρησιμότητα μετά από μερική αφυδάτωση προσδιορίστηκε σε έξι ποικιλίες. Η μειωμένη απορρόφηση νερού, ως αποτέλεσμα προηγούμενης αποξήρανσης, δεν συσχετίστηκε με τη διατηρησιμότητα μετά από ξηρή αποθήκευση. Βρέθηκε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της διαπνοής ολόκληρων των δρεπτών ανθέων (πρώτο τμήμα της μελέτης) και της μείωσης της διατηρησιμότητας μετά από ξηρή αποθήκευση. Συμπερασματικά, οι διαφορές μεταξύ ποικιλιών στη διατηρησιμότητα μετά από ξηρή αποθήκευση αποδόθηκαν σε διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών των στομάτων στα φύλλα.

[41] Moosavi-Nezhad M, Salehi R, Aliniaiefard S, Tsaniklidis G, Li T, Woltering E, **Fanourakis D**, Żuk-Gołaszewska K, Kalaji HM (2021) Blue light during healing and acclimatization of grafted watermelon seedlings improves vigor, leaf pigmentation and photosynthetic performance. *International Journal of Molecular Sciences* 22, 8043.

Για τη διερεύνηση της σημασίας του φωτός στην επούλωση και τον εγκλιματισμό, εμβολιασμένα φυτά καρπουζιού εκτέθηκαν για 12 ημέρες στο σκοτάδι (D) ή φως διαφορετικού φάσματος, το οποίο ήταν μπλε (B), κόκκινο (R), μείγμα R (68%) και B (RB) ή λευκό (W; 35% B, 49% ενδιάμεσα φάσματα, 16% R). Η επιβίωση των σποροφύτων περιορίστηκε έντονα στο D, ενώ τα επιζώντα φυτά είχαν μικρότερη ανάπτυξη, μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και εξασθενημένη φωτοσυνθετική απόδοση. Τα φυτά που εκτέθηκαν σε RB είχαν λιγότερο αναπτυγμένο ριζικό σύστημα. Τα σπορόφυτα που είχαν εκτεθεί σε R είχαν μικρότερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και φωτοσυνθετική απόδοση. Τα φυτά που εκτέθηκαν σε B παρουσίασαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και βελτιωμένη φωτοσυνθετική απόδοση. Τα σπορόφυτα που εκτέθηκαν στο W είχαν τη μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια και παρόμοιες φωτοσυνθετικές ιδιότητες με τα σπορόφυτα που εκτέθηκαν σε RB.



[42] Zou J, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Cheng R, Yang Q, Li T (2021) Lettuce growth, morphology and critical leaf trait responses to far-red light during cultivation are low fluence and obey the reciprocity law. *Scientia Horticulturae* 289, 110455.

Ο διαμεσολαβητικός ρόλος του υπέρυθρου φωτός (FR) στο τέλος της ημέρας (EOD) κατά την καλλιέργεια προσδιορίστηκε στην ανάπτυξη, μορφολογία και κρίσιμα χαρακτηριστικά φύλλων μαρουλιού. Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης δεν επηρεάστηκε σημαντικά από το φως FR κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, παρά τη μειωμένη απορρόφηση του φωτός των φύλλων και μειωμένη φωτοσυνθετική χρωστική ουσία (2 και 16%, αντίστοιχα). Τα περιεχόμενα αμύλου και νιτρικών δεν επηρεάστηκαν από το φως FR, ενώ η κυτταρίνη, η διαλυτή πρωτεΐνη και το περιεχόμενο του συνολικού αζώτου μειώθηκαν γενικά. Όταν εφαρμόζεται μόνο του, το φως FR προωθεί καλύτερα την ανάπτυξη, την αποδοτικότητα χρήσης ακτινοβολίας (~ 22%) και τη διαλυτή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (~ 34%). Η επίδραση που προκαλείται από το φως FR εξαρτάται από την ένταση του. Πέντε λεπτά καθημερινής έκθεσης στο φως FR ήταν επαρκή για την πρόκληση των φωτομορφογενών αποκρίσεων. Συμπερασματικά, το φως FR στο EOD διεγείρει καλύτερα την ανάπτυξη όταν εφαρμόζεται μόνο του.

[43] Nasiri A, Taheri-Garavand A, **Fanourakis D**, Zhou Q, Zhang YD, Nikoloudakis N (2021) Automated grapevine cultivar identification via leaf imaging and deep convolutional neural networks: a proof of concept study employing primary Iranian varieties. *Plants* 10, 1628.

Η καλλιέργεια αμπέλου περιλαμβάνει αρκετές χιλιάδες ποικιλίες. Η ταυτοποίηση της ποικιλίας αντιμετωπίζεται παραδοσιακά με την αμπελογραφία, απαιτώντας επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις από ειδικούς κατά τη διάρκεια του κύκλου ανάπτυξης των φυτών. Για έγκαιρες αξιολογήσεις, η μοριακή γενετική έχει πραγματοποιηθεί με επιτυχία, αν και σε πολλές περιπτώσεις, περιορίζεται από την έλλειψη δεδομένων αναφοράς ή το στοιχείο κόστους. Εδώ παρουσιάζεται ένα συνελκτικό πλαίσιο νευρωνικού δικτύου (CNN) για αυτόματη αναγνώριση της ποικιλίας αμπέλου χρησιμοποιώντας εικόνες φύλλων στο ορατό φάσμα (400-700 nm). Η διάκριση των περίπλοκων οπτικών χαρακτηριστικών των ποικίλων ποικιλιών αμπέλου και η αναγνώρισή τους σύμφωνα με αυτά τα χαρακτηριστικά ήταν εφικτή από το ληφθέν μοντέλο. Το τροποποιημένο μοντέλο μπόρεσε να αναγνωρίσει διαφορετικές ποικιλίες αμπέλου με μέση ακρίβεια ταξινόμησης άνω του 99%. Το μοντέλο αυτό προσφέρει ταχεία, χαμηλού κόστους και υψηλής απόδοσης αναγνώριση ποικιλίας αμπέλου. Η φιλοδοξία του ληφθέντος εργαλείου δεν είναι να υποκαταστήσει αλλά να συμπληρώσει την αμπελογραφία και την μοριακή γενετική, και με αυτόν τον τρόπο να βοηθήσει τις υπηρεσίες ταυτοποίησης της ποικιλίας.

[44] Taheri-Garavand A, Mumivand H, **Fanourakis D**, Fatahi S, Taghipour S (2021) An artificial neural network approach for non-invasive estimation of essential oil content and composition through considering drying processing factors: A case study in *Mentha aquatica*. *Industrial Crops and Products* 171, 113985.

Αξιολογήθηκε η δυνατότητα των τεχνητών νευρωνικών δικτύων (ANN) για την εκτίμηση βασικών πτυχών της ποιότητας βοτάνων (χαρακτηριστικά χρώματος, ποσοστό υγρασίας, περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και κύρια συστατικά) λαμβάνοντας υπόψη δύο παράγοντες κατά τη ξήρανση (θερμοκρασία και χρόνος). Η νερομέντα (*Mentha aquatica*) χρησιμοποιήθηκε ως φυτό μοντέλο λόγω της δημοτικότητας και οικονομικής σημασίας της. Η διακύμανση της ποιότητας προκλήθηκε χρησιμοποιώντας διαφορετικές περιόδους (0–450 λεπτά) και θερμοκρασίες (50–70 °C) ξήρανσης. Περιστασιακά τα δείγματα φωτογραφήθηκαν (400–700 nm) και στη συνέχεια τα χαρακτηριστικά ποιότητας καθορίστηκαν επεμβατικά. Η εξασθένηση του πράσινου χρώματος εντάθηκε από τη διάρκεια και θερμοκρασία ξήρανσης. Η περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια κορυφώθηκε σε μικρότερο χρονικό διάστημα και σε χαμηλότερη τιμή όταν η θερμοκρασία ξήρανσης αυξήθηκε. Σε όλα τα επίπεδα θερμοκρασίας ξήρανσης, τρία κύρια συστατικά αντιπροσώπευαν περισσότερο από το 77 % του συνολικού αιθέριου ελαίου, ενώ άλλα πέντε συστατικά για περίπου 15 %. Αυτά τα οκτώ συστατικά συνεκτιμήθηκαν στο μοντέλο. Αναπτύχθηκε ένα μοντέλο ANN με τοπολογία 2–10–12. Η μεθοδολογία που παρουσιάστηκε έδωσε ακριβείς εκτιμήσεις για τα υπό μελέτη

χαρακτηριστικά ποιότητας (συντελεστές συσχέτισης μεταξύ 0,79 και 0,99). Επομένως, η τεχνική αυτή αποδείχθηκε πολύ ελπιδοφόρα για μη επεμβατικές εκτιμήσεις αρκετών κρίσιμων χαρακτηριστικών ποιότητας βοτάνων.

[45] Yang L, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Li K, Li T (2021) Contrary to red, blue monochromatic light improves the bioactive compound content in broccoli sprouts. *Agronomy* 11, 2139.

Τα φύτρα μπρόκολου είναι πλούσια σε βιοδραστικές ενώσεις που προάγουν την υγεία. Το περιεχόμενο τους εξαρτάται τόσο από την ποιότητα του φωτός όσο και τη θερμοκρασία καλλιέργειας. Ωστόσο, αυτές οι επιδράσεις μελετήθηκαν μεμονωμένα στο παρελθόν. Εδώ μελετήθηκε η διπλή επίδραση της ποιότητας φωτός [μπλε (B), κόκκινο (R), μείγμα R και B (R+B), μείγμα R και UVA (R+UVA)] και της θερμοκρασίας (15, 19 και 23 °C) στο προσδιορισμό της ανάπτυξης, της εξωτερικής ποιότητας και της περιεκτικότητας πέντε κύριων βιοδραστικών ενώσεων. Το μήκος της υποκοτύλης γενικά αυξήθηκε από μονοχρωματικό φως (R ή B) και υψηλή θερμοκρασία. Ολικά φαινολικά, ολικά φλαβονοειδή και η περιεκτικότητα σε γλυκοραφανίνη ήταν γενικά υψηλότερα στην κοτυληδόνα σε σύγκριση με την υποκοτυλή. Η περιεκτικότητα της υποκοτυλής σε ανθοκυανίνη, ολικά φαινολικά, ολικά φλαβονοειδή και ασκορβικό οξύ ενισχύθηκε γενικά από R+B, και μειώθηκε από το R. Η περιεκτικότητα της κοτυληδόνης σε αυτούς τους μεταβολίτες γενικά διεγέρθηκε από B και μειώθηκε υπό R ή R+UVA. Χαμηλότερες θερμοκρασίες, R (23 °C) ή R+UVA (15, 19 και 23 °C) συσχετίστηκαν με μειωμένο  $F_v/F_m$  μετά τη συγκομιδή. Συμπερασματικά, χαμηλή θερμοκρασία καλλιέργειας (<23 °C), καθώς και R ή R+UVA θα πρέπει να αποφεύγονται. Αντίθετα, τα B και R+B είναι κατάλληλα, με το B να προτιμάται, λόγω της καλύτερης εξωτερικής ποιότητας και της ενισχυμένης περιεκτικότητας σε μεταβολίτες στην κοτυληδόνα που γενικά έχει υψηλότερη περιεκτικότητα από το υποκοτύλιο.

[46] Ahmadi-Majd M, Rezaei Nejad A, Mousavi-Fard S, **Fanourakis D** (2022) Postharvest application of single, multi-walled carbon nanotubes and graphene oxide stimulates rose keeping quality. *Journal of Horticultural Sciences and Biotechnology* 97, 346–360.

Η διατηρησιμότητα δρεπτών ανθέων συχνά τερματίζεται από δυσμενείς υδατικές σχέσεις ή οξειδωτικό στρες. Αυτή η μελέτη σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει εάν η εφαρμογή μετά τη συγκομιδή νανοσωλήνων άνθρακα δύο διαφορετικών τύπων και οξειδίου του νανογραφενίου (SWCNTs, MWCNTs και NGO αντίστοιχα) μπορεί να βελτιώσει τη διατηρησιμότητα στο τριαντάφυλλο, μαζί με τις διαδικασίες που εμπλέκονται. Πραγματοποιήθηκε εφαρμογή πέντε συγκεντρώσεων SWCNTs, MWCNTs και NGO (0–80, 0–80 και 0–2 mg L<sup>-1</sup> αντίστοιχα) είτε μία φορά ως ψεκάσμος φυλλώματος είτε συνεχώς στο διάλυμα διατήρησης. Στη βέλτιστη συγκέντρωση, οι CNT και οι NGO με οποιαδήποτε μέθοδο εφαρμογής επέκτειναν τη διατηρησιμότητα. Οι CNT βελτίωσαν τις υδατικές σχέσεις προάγοντας την πρόσληψη νερού περισσότερο από την απώλεια νερού, ενώ οι NGO όχι. Κάθε νανοϋλικό στη βέλτιστη συγκέντρωση χρησιμοποιήθηκε επίσης για την αξιολόγηση διαφόρων παραμέτρων. Οι CNT γενικά ενίσχυσαν την στοματική αγωγιμότητα και τη διαπνοή των φύλλων. Οι CNT και οι NGO εξασθένησαν την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης, τη διαρροή ηλεκτρολυτών και την υπεροξειδωση των λιπιδίων λόγω της ενισχυμένης ενεργοποίησης τόσο των ενζυματικών όσο και των μη ενζυματικών αντιοξειδωτικών. Συμπερασματικά, η επέκταση της διατηρησιμότητας με μετασυλλεκτική εφαρμογή CNTs και NGO χαρακτηρίστηκε από διαφορετικούς τρόπους δράσης. Και οι δύο αναβάθμισαν την αντιοξειδωτική τους κατάσταση, ενώ οι CNT προώθησαν επιπλέον τις υδατικές σχέσεις.

[47] Pappi P, Nikoloudakis N, **Fanourakis D**, Zambounis A, Delis C, Tsaniklidis G (2021) Differential triggering of the phenylpropanoid biosynthetic pathway key gene expression via cold stress and viral infection in tomato leaves. *Horticulturae* 7, 448.

Τα φυτά αναπτύσσουν μια πληθώρα αμυντικών στρατηγικών κατά τον εγκλιματισμό και τις αλληλεπιδράσεις τους με διάφορες περιβαλλοντικές πιέσεις. Οι δευτερογενείς μεταβολίτες παίζουν

κεντρικό ρόλο στις διεργασίες κατά τον εγκλιματισμό στο στρες, επομένως αποκρυπτογραφώντας τις σχετικές αντιδράσεις τους μπορεί να συμβάλλουν στη βελτίωση της προσαρμοστικότητας και της αποτελεσματικότητας. Στην τρέχουσα μελέτη, φυτά τομάτας εκτέθηκαν σε βραχυπρόθεσμη ψυχρή καταπόνηση (5 °C για 16 ώρες) ή εμβολιάστηκαν (20 ημέρες) είτε με *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) είτε με *Potato Virus Y* (PVY). Οι αποκρίσεις καταγράφηκαν μέσω αξιολογήσεων της περιεκτικότητας σε ολικά φαινολικά (TP), των επιπέδων ολικών φλαβονοειδών (TF) και της δραστηριότητα του ενζύμου αμμωνιακή λυάση της φαινυλαλανίνης (PAL). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ψυχρό στρες διεγείρει την αύξηση της περιεκτικότητας σε TP και TF, ενώ η δραστηριότητα του ενζύμου PAL ήταν επίσης αυξημένη σε σύγκριση με την ιογενή λοίμωξη. Η μεταγραφή γονιδίων των ενζύμων που εμπλέκεται στον πυρήνα του βιοσυνθετικού μονοπατιού PBP προκλήθηκε κυρίως από το ψυχρό στρες, ενώ η μεταγραφή των γονιδίων για τη ρύθμιση της βιοσύνθεσης φλαβονοειδών πυροδοτήθηκε κυρίως από ιογενή μόλυνση. Συμπερασματικά, αβιοτικοί και βιοτικοί στρεσογόνοι παράγοντες προκάλεσαν διαφορεική ρύθμιση του βιοσυνθετικού μονοπατιού PBP και του βιοσυνθετικού μονοπατιού των φλαβονοειδών. Τα αποτελέσματά μας υπογραμμίζουν την πολυπλοκότητα των αντιδράσεων της τομάτας σε ποικίλα ερεθίσματα που επιτρέπουν την καλύτερη αποσαφήνιση των μηχανισμών ανοχής στο στρες σε αυτή την καλλιέργεια.

[48] Asayesh EJ, Aliniaiefard S, Askari N, Roozban MR, Sobhani M, Tsaniklidis G, Woltering EJ, **Fanourakis D** (2021) Supplementary light with increased blue fraction accelerates emergence and improves development of the inflorescence in *Aechmea*, *Guzmania* and *Vriesea*. *Horticulturae* 7, 485.

Στο θερμοκήπιο, η αύξηση της έντασης φωτός μέσω συμπληρωματικού φωτισμού (SL) είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της εξωτερικής ποιότητας, ειδικά σε περιόδους με χαμηλά επίπεδα φυσικού φωτισμού. Παρά το ευρύ φάσμα εφαρμογών, η επίδραση της ποιότητας φωτός παραμένει υποτιμημένη. Σε αυτή τη μελέτη, διερευνήθηκε η επίδραση της ποιότητας του SL και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος (EC) στην ανάπτυξη και ανθοφορία τριών ειδών βρομελιοειδών. Οι μεταχειρίσεις περιελάμβαναν ηλιακό φως και αυτό μαζί με R90B10 [90% κόκκινο (R) και 10% μπλε (B)], R80B20 (80% R και 20% B) και R70B30 (70% R και 30% B). Αυτές οι μεταχειρίσεις ήταν σε συνδυασμό με EC 1 και 2 dS m<sup>-1</sup>. Ανεξάρτητα από το SL, το υψηλότερο EC βοήθησε την ανάπτυξη της ταξιανθίας στο *Aechmea fasciata* (Lindl.) Baker, ενώ ανεπιθύμητες επιδράσεις σημειώθηκαν στα *Guzmania* και *Vriesea*. Με λίγες αξιοσημείωτες εξαιρέσεις, το SL άσκησε περιορισμένη επίδραση στη φωτοσυνθετική λειτουργικότητα. Ανάλογα με το είδος, το SL βελτίωσε την εξωτερική ποιότητα. Σε όλα τα είδη, το SL αύξησε το βάρος της ρίζας, της ταξιανθίας και την κατανομή βιομάζας στην ταξιανθία. Επίσης, επιτάχυνε την ανάπτυξη της ταξιανθίας. Με αυτόν τον τρόπο, ο χρόνος μέχρι το στάδιο της εμπορικής ωριμότητας μειώθηκε σημαντικά. Αυτά τα αποτελέσματα ήταν πιο εμφανή στα R80B20 και R70B30. Υπό αυτές τις συνθήκες, για παράδειγμα, η εμφάνιση της ταξιανθίας συνέβη 3-5 εβδομάδες νωρίτερα από το μάρτυρα, ανάλογα με το είδος. Συμπερασματικά, το SL με αυξημένη αναλογία σε B οδηγεί σε μικρότερη περίοδο παραγωγής λόγω της ταχύτερης ανάπτυξης και βελτιωμένης ανάπτυξης της ταξιανθίας και συνιστάται για εμπορική χρήση.

[49] Karantzi AD, Kafkaletou M, Tsaniklidis G, Bai J, Christopoulos MV, **Fanourakis D**, Tsantili E (2021) Preharvest foliar salicylic acid sprays reduce cracking of fig fruit at harvest. *Applied Sciences* 11, 11374.

Το σχίσμο (σκάσιμο) των σύκων είναι μία κοινή διαταραχή, η οποία υποβαθμίζει την ποιότητα των καρπών και περιορίζει την εμπορευσιμότητα τους. Εδώ μελετήθηκε η δυνατότητα μείωσης του σχισίματος αυτού μέσω δύο διαφυλλικών ψεκασμών σαλικυλικού οξέως (SA) πριν από τη συγκομιδή (8 και 5 ημέρες). Τρεις συγκεντρώσεις SA (0, 1 και 2 mM) χρησιμοποιήθηκαν το πρώτο έτος και με βάση τα ληφθέντα αποτελέσματα δύο συγκεντρώσεις (0 και 2 mM) το δεύτερο έτος. Μια τοπική ποικιλία («Βασιλικά») με εξαιρετικό οργανοληπτικό προφίλ και υψηλή ευαισθησία στο σχίσμο καρπών αξιολογήθηκε. Οι καρποί συγκομίστηκαν στην εμπορική ωριμότητα, ενώ η εμπορευσιμότητα τους βασίστηκε στη συχνότητα

εμφάνισης και τη σοβαρότητα του σχισίματος. Η προ-συλλεκτική εφαρμογή SA (2 mM) αύξησε το ποσοστό των φρούτων χωρίς σκάσιμο κατά 1,4–2,6 φορές και των εμπορεύσιμων καρπών (χωρίς ή ελαφρό σκάσιμο) κατά 2 φορές. Συμπερασματικά, το SA φαίνεται να είναι ένας χαμηλού κόστους και περιβαλλοντικά ασφαλής παράγοντας για τη βελτίωση της ποιότητας και εμπορευσιμότητας των καρπών σύκου, ο οποίος διευκολύνει τόσο τη συγκομιδή όσο και τη μετασυλλεκτική διαχείριση των καρπών.

[50] Paschalidis K, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Tzanakakis VA, Biliaris F, Samara E, Kalogiannakis K, Debouba FJ, Ipsilantis I, Tsoktouridis G, Matsi T, Krigas N (2021) Pilot cultivation of the vulnerable Cretan endemic *Verbascum arcturus* L. (Scrophulariaceae): Effect of fertilization on growth and quality features. *Sustainability* 13, 14030.

Η εξημέρωση άγριων φυτικών ειδών, συμπεριλαμβανομένων των πρωτοκόλλων καλλιέργειας και λίπανσης, είναι ικανή να μετριάσει τους οικολογικούς κινδύνους που ενέχουν οι ανεξέλεγκτες συγκομιδές τοπικών ενδημικών φυτών περιορισμένης εμβέλειας. Σε αυτή την μελέτη πεδίου που επικεντρώθηκε στο *Verbascum arcturus*, ένα ευάλωτο τοπικό ενδημικό της Κρήτης, διερευνήθηκε η επίδραση δύο ειδών λίπανσης που εφαρμόστηκαν με δύο μεθόδους (διαφυλλική/ ρίζα). Η διαφυλλική εφαρμογή περιλάμβανε λίπανση με συμβατική ή ολοκληρωμένη διαχείριση θρεπτικών ουσιών (INM). Η ριζική εφαρμογή περιλάμβανε εφαρμογή συμβατικών λιπασμάτων, βιοδιεγέρτη ή INM με βιοδιεγέρτη. Προσδιορίστηκαν αρκετές ιδιότητες της ανάπτυξης και της φυσιολογίας των φυτών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η λίπανση δεν επηρέασε το χρώμα και σχήμα των φύλλων, την ανάπτυξη των φυτών, τον καταμερισμό ξηρής μάζας και την περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Ωστόσο, και τα δύο είδη λίπανσης που εφαρμόστηκαν στο φύλλωμα ενίσχυσαν τον Zn και το B στα φύλλα και ο βιοδιεγέρτης που εφαρμόστηκε στο έδαφος αύξησε το Ca των φύλλων. Λαμβάνοντας υπόψη την περιεκτικότητα τόσο σε χλωροφύλλη όσο και σε αντιοξειδωτικές ενώσεις, η διαφυλλική εφαρμογή των λιπασμάτων INM αλλά και η εφαρμογή στο έδαφος των συμβατικών λιπασμάτων ή βιοδιεγέρτη θα μπορούσαν να θεωρηθούν αποδεκτές επιλογές. Αυτή η μελέτη αναφέρει για πρώτη φορά μια αξιολόγηση της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινολικά και φλαβονοειδή του *V. arcturus* και ενθαρρύνει τη χρήση λίπανσης για την προώθηση του αντιοξειδωτικού προφίλ χωρίς να διακυβεύεται η εμφάνιση ή η απόδοση. Το πόρισμα αυτής της μελέτης θα μπορούσε να θεωρηθεί ως τεκμηριωμένη συμβολή στη βιώσιμη εκμετάλλευση του *V. arcturus*.

[51] Ahmadi-Majd M, Rezaei Nejad A, Mousavi-Fard S, **Fanourakis D** (2021) Deionized water as vase solution prolongs flower bud opening and vase life in cut carnation and rose through sustaining an improved water balance. *European Journal of Horticultural Science* 86, 682–693.

Τα πειράματα αξιολόγησης της διατηρησιμότητας εκτελούνται χρησιμοποιώντας ως διάλυμα ανθοδοχείου κυρίως απιονισμένο νερό και δευτερευόντως νερό βρύσης. Ωστόσο, έχει προταθεί ότι το απιονισμένο νερό μειώνει τη διατηρησιμότητα, ενώ το η ποιότητα του νερού βρύσης εξαρτάται από την τοποθεσία και την εποχή. Για τους λόγους αυτούς, το διάλυμα Van Meeteren (απιονισμένο νερό που περιέχει  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$  και  $\text{NaHCO}_3$  σε χαμηλές συγκεντρώσεις) προτάθηκε εναλλακτικά ως διάλυμα ανθοδοχείου. Σε αυτή τη μελέτη, η επίδραση αυτών των τριών εναλλακτικών διαλυμάτων ανθοδοχείου στη διατηρησιμότητα και το άνοιγμα του άνθους μελετήθηκε στο γαρύφαλλο και στο τριαντάφυλλο (τρεις ποικιλίες ανά είδος). Και στα δύο είδη, το απιονισμένο νερό ως διάλυμα ανθοδοχείου είχε ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη διατηρησιμότητα και το πιο ολοκληρωμένο άνοιγμα άνθους, ενώ το νερό βρύσης οδήγησε στη συντομότερη διατηρησιμότητα και στο λιγότερο ολοκληρωμένο άνοιγμα άνθους. Το απιονισμένο νερό επίσης αύξησε την ικανότητα ενυδάτωσης και τη διατηρησιμότητα σε τριαντάφυλλα τα οποία είχαν αφυδατωθεί ήπια (έως και 85% του αρχικού βάρους) πριν από την αξιολόγηση. Αυτά τα αποτελέσματα σχετίστηκαν με βελτιωμένη υδατική ισορροπία λόγω ενισχυμένης πρόσληψης νερού. Ο αποκλεισμός της μικροβιακής ανάπτυξης δεν επηρέασε τις παρατηρούμενες διαφορές μεταξύ των τριών εναλλακτικών διαλυμάτων ανθοδοχείου. Χρησιμοποιώντας γαρύφαλλο και τριαντάφυλλο σε συνδυασμό με πολλά

μετασυλλεκτικά σενάρια, συμπεραίνουμε ότι το απιονισμένο νερό ως διάλυμα ανθοδοχείου παρατείνει τη διατηρησιμότητα και βελτιώνει το άνοιγμα του άνθους λόγω βελτιωμένων υδατικών σχέσεων.

[52] Mumivand H, Shayganfar A, Tsaniklidis G, Bistgani ZE, **Fanourakis D**, Nicola S (2022) Phenomorphological and essential oil composition responses to UVA radiation and protectants: A case study in three *Thymus* species. *Horticultrae* 8, 31.

Η ηλιακή υπεριώδης ακτινοβολία (UV) περιλαμβάνει κυρίως UVA (320–400 nm). Η ένταση του UVA ποικίλλει ανάλογα με την εποχή και τη γεωγραφική θέση, ενώ προβλέπεται να αυξηθεί λόγω της κλιματικής αλλαγής. Σε αυτή τη μελέτη πεδίου, η επίδραση της έντασης UVA στα φαινο-μορφολογικά χαρακτηριστικά και τη σύνθεση αιθέριων ελαίων μελετήθηκε σε τρία είδη *Thymus* [*T. daenensis* (ενδημικό στο Ιράν), *T. fedtschenkoii* (ημιενδημικό), *T. vulgaris* (κοινό θυμάρι)]. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, πραγματοποιήθηκαν τρία επίπεδα UVA (φυσικό, εμπλουτισμένο, αποκλεισμένο) σε συνδυασμό με προστατευτικούς ψεκασμούς [νερό (μάρτυρας), μελατονίνη, γλουταθειόνη, νανολίπασμα σιδήρου-ψευδάργυρου]. Στο *T. daenensis*, εμπλουτισμένη UVA προκάλεσε πρόωμη ανθοφορία. Το ύψος του *T. daenensis* ήταν το μεγαλύτερο κάτω από εμπλουτισμένη UVA και το μικρότερο κάτω από αποκλεισμένη UVA. Σε φυτά μάρτυρες, εμπλουτισμένη και αποκλεισμένη UVA διέγειρε τη συσσώρευση οξυγονωμένων μεταβολιτών στο *T. daenensis* και στο *T. fedtschenkoii*. Συνολικά, υπό εμπλουτισμένη UVA ορισμένες φαινολικές ενώσεις (π.χ. θυμόλη, καρβακρόλη, γ-τερπινένιο) αυξήθηκαν στο αιθέριο έλαιο και των τριών ειδών, ενώ άλλες μειώθηκαν. Σε όλα τα είδη, η γλουταθειόνη προκάλεσε σημαντική μείωση της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο. Το νανολίπασμα σιδήρου-ψευδαργύρου αύξησε τη συσσώρευση αιθέριων ελαίων στα *T. daenensis* και *T. vulgaris*. Οι μεταχειρίσεις προκάλεσαν επίσης αλλαγές στη σύνθεση του αιθέριου ελαίου. Συμπερασματικά, οι επιδράσεις του τρόπου καλλιέργειας στην ποιότητα (σύσταση) και την ποσότητα του αιθέριου ελαίου εξαρτώνται έντονα από το είδος. Το *T. daenensis* υπέστη την πιο σταθερή βελτίωση υπό UVA, καθιστώντας το είδος πιο προσαρμόσιμο στην κλιματική αλλαγή, ενώ το *T. fedtschenkoii* το λιγότερο.

[53] **Fanourakis D**, Paschalidis K, Tsaniklidis G, Tzanakakis VA, Biliaris F, Samara E, Liapaki E, Juini MBS, Ipsilantis I, Maloupa E, Tsoktouridis G, Matsi T, Krigas N (2022) Pilot cultivation of the local endemic Cretan marjoram *Origanum microphyllum* (Benth.) Vogel (Lamiaceae): Effect of fertilizers on growth and herbal quality features. *Agronomy* 12, 94.

Οι άγριοι φυτογενετικοί πόροι απειλούνται από υπερεκμετάλλευση. Αυτή η πίεση στα είδη αυτά και τα αντίστοιχα οικοσυστήματα μπορεί να ανακουφιστεί εν μέρει με την καλλιέργεια άγριων ειδών με εξατομικευμένα προγράμματα λίπανσης. Αυτή η μελέτη επικεντρώθηκε στην πιλοτική καλλιέργεια του *Origanum microphyllum*—ένα τοπικό ενδημικό φυτό της Κρήτης που απειλείται με εξαφάνιση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η λίπανση δεν επηρέασε σημαντικά την ανάπτυξη των φυτών και την περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά των φύλλων. Η λίπανση μέσω των ριζών συσχετίστηκε με πιο πράσινα φύλλα. Η ίδια τάση ήταν γενικά εμφανής για την περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ενώσεις. Το μικρό μέγεθος των φύλλων μπορεί να περιορίσει την αποτελεσματικότητα της διαφυλλικής εφαρμογής. Συμπερασματικά, ριζική εφαρμογή συμβατικών λιπασμάτων ή λιπασμάτων ολοκληρωμένης διαχείρισης φαίνονται πιο κατάλληλα για τη βελτίωση της εξωτερικής ποιότητας και του αντιοξειδωτικού προφίλ του *O. microphyllum*, σε σχέση με διαφυλλική εφαρμογή.

[54] Ahmadi-Majd M, Mousavi-Fard S, Rezaei Nejad A, **Fanourakis D** (2022) Carbon nanotubes in the holding solution stimulate flower opening and prolong vase life in carnation. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 9, 15.

Η διατηρησιμότητα των κομμένων λουλουδιών συχνά περιορίζεται από δυσμενείς υδατικές σχέσεις ή οξειδωτικό στρες. Στη μελέτη αυτή εξετάστηκε η προοπτική χρήσης νανοσωλήνων άνθρακα μονού- και πολλαπλού- τοιχώματος (SWCNTs και MWCNTs, αντίστοιχα) για την παράταση της διατηρησιμότητας.

Χρησιμοποιήθηκαν πέντε συγκεντρώσεις (0–80 mg L<sup>-1</sup>) μία φορά ως διαφυλλικό ψεκάσμο ή συνεχώς στο διάλυμα ανθοδοχείου. Στη συνέχεια, η βέλτιστη συγκέντρωση χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση πολλών παραμέτρων κρίσιμων για τη διατηρησιμότητα. Η εφαρμογή διαφυλλικού ψεκάσμου άσκησε ελάχιστα αποτελέσματα στις υδάτινες σχέσεις, το άνοιγμα του άνθους και τη διατηρησιμότητα. Αντίθετα, νανοσωλήνες άνθρακα στο διάλυμα ανθοδοχείου διατήρησαν θετικό ισοζύγιο νερού για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, βελτίωσαν το άνοιγμα του άνθους και παρατείνουν τη διατηρησιμότητα. Σε βέλτιστη συγκέντρωση, οι νανοσωλήνες άνθρακα στο διάλυμα ανθοδοχείου μετρίασαν διάφορες αρνητικές επιδράσεις όπως η αποικοδόμηση της χλωροφύλλης λόγω αυξημένης ενεργοποίησης ενζυμικών και μη ενζυμικών αντιοξειδωτικών. Οι νανοσωλήνες άνθρακα στο διάλυμα ανθοδοχείου παρατείνουν τη διατηρησιμότητα μέσω βελτίωσης των υδατικών σχέσεων και ενισχυμένης διέγερσης των αντιοξειδωτικών μηχανισμών.

[55] **Fanourakis D**, Papadakis VM, Psyllakis E, Tzanakakis VA, Nektarios PA (2022) The role of water relations and oxidative stress in the vase life response to prolonged storage: A case study in chrysanthemum. *Agriculture* 12, 185.

Οι μεγάλες περιόδους αποθήκευσης έχουν συσχετιστεί με μειωμένη διατηρησιμότητα. Σε αυτή τη μελέτη, διερευνήθηκαν οι διαδικασίες που διέπουν τη μείωση της διατηρησιμότητας μετά από παρατεταμένη αποθήκευση, μαζί με τη δυνατότητα των προφίλ ανάκλασης φωτός για την εκτίμηση της διάρκειας αποθήκευσης. Τρεις ποικιλίες χρυσάνθεμου εκτέθηκαν σε τέσσερις ψυχρές (5 °C) περιόδους αποθήκευσης (0, 7, 14 και 21 ημέρες). Στόματα υπήρχαν στα φύλλα (και στις δύο πλευρές) και στο στέλεχος, αλλά όχι στα πέταλα. Σε σύγκριση με τα φύλλα, τα στόματα στο στέλεχος ήταν μη λειτουργικά, μικρότερα και λιγότερο πυκνά. Η διαπνοή των λουλουδιών ήταν ένα μικρό μέρος της διαπνοής του κομμένου άνθους, με κύριο συντελεστή τα φύλλα ή το στέλεχος ανάλογα με την ενυδάτωση του κομμένου άνθους. Η διάρκεια αποθήκευσης μείωσε γραμμικά τη διατηρησιμότητα, με το ρυθμό μείωσης να εξαρτάται από την ποικιλία. Η διάρκεια αποθήκευσης (0–21 ημέρες) δεν επηρέασε τη λειτουργία των στομάτων στα φύλλα, τη διαπνοή του μη φυλλικού ιστού ή τη σχετική συνεισφορά κάθε οργάνου στη διαπνοή ολόκληρου του κομμένου άνθους. Η ενυδάτωση των κομμένων λουλουδιών γενικά ενισχύθηκε με την αποθήκευση, ενώ η ικανότητα αποκατάστασης πρόσληψης νερού δεν επηρεάστηκε. Η οξειδωση των λιπιδίων της μεμβράνης αυξήθηκε κατά τη διάρκεια αποθήκευσης λόγω της ενισχυμένης συσσώρευσης H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Ήταν προφανής μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του επιπέδου οξειδωσης των λιπιδίων της μεμβράνης και της μείωσης της διατηρησιμότητας κατά την αποθήκευση. Εξετάζοντας τα προφίλ ανάκλασης φωτός (400–1050 nm) των φύλλων (και στις δύο πλευρές) και των λουλουδιών (κάτοψη), δεν μπόρεσε να συναχθεί μια ένδειξη της περιόδου αποθήκευσης. Συμπερασματικά, οι διαφορές των ποικιλιών στη μείωση της διατηρησιμότητας στη ψυχρή αποθήκευση αποδίδονται σε διακύμανση στην οξειδωτική κατάσταση, ενώ οι υδατικές σχέσεις δεν εμπλέκονται.

[56] Christopoulos MV, Gkatzos D, Kafkaletou M, Bai J, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Tsantili E (2022) Edible coatings from *Opuntia ficus-indica* cladodes alongside chitosan on quality and antioxidants in cherries during storage. *Foods* 11, 699.

Ο στόχος αυτής της εργασίας ήταν να διερευνήσει την επίδραση βρώσιμων επικαλύψεων που παρασκευάζονται από εκχυλίσματα από φυλλοκλάδια (κλαδώδια) *Opuntia ficus-indica* (OFI) σε σύγκριση με εμπορική σύνθεση χιτοζάνης σχετικά με την ποιότητα κερασιών «Regina» συσκευασμένα σε διάτρητες σακούλες αποθηκευμένες έως 28 ημέρες (1 °C, 90% σχετική υγρασία). Οι συγκεντρώσεις επικάλυψης ήταν 25% και 50% υδατικό εκχύλισμα OFI (περίπου 0,59 και 1,18% ξηρή ουσία, αντίστοιχα), 1% αδιάλυτο πολυσακχαρίτη OFI και 1% χιτοζάνη. Όλες οι επικαλύψεις μείωσαν την απώλεια βάρους και το ρυθμό αναπνοής, ενίσχυσαν τη σταθερότητα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και τα αντιοξειδωτικά μετά από 28 ημέρες αποθήκευσης σε σύγκριση με το μάρτυρα. Η χιτοζάνη οδήγησε σε πολύ μεγαλύτερη γυαλάδα και σφριγηλότητα φλοιού σε σύγκριση με τα εκχυλίσματα OFI. Την ημέρα 28, όλες οι επικαλύψεις είχαν

υψηλότερα αντιοξειδωτικά από το μάρτυρα. Ως εκ τούτου, τα εκχυλίσματα OFI είναι πολλά υποσχόμενες επικαλύψεις για αποθήκευση κερασιού, καθώς χωρίς αρνητικές επιπτώσεις, παρουσίασαν βελτιωμένη ποιότητα και παρατεταμένη διάρκεια αποθήκευσης κατά μία εβδομάδα σε σύγκριση με το μάρτυρα.

[57] Yousefzadeh K, Houshmand S, Shiran B, Mousavi-Fard S, Zeinali H, Nikoloudakis N, Gheisari MM, **Fanourakis D** (2022) Joint effects of developmental stage and water deficit on essential oil traits (content, yield, composition) and related gene expression: A case study in two *Thymus* species. *Agronomy* 12, 1008. Σε αυτή τη μελέτη, διερευνήθηκαν οι κοινές επιπτώσεις του αναπτυξιακού σταδίου και της διαθεσιμότητας νερού στη συσσώρευση βιομάζας, στο δείκτη συγκομιδής, καθώς και στην περιεκτικότητα, την απόδοση και τη σύνθεση αιθέριων ελαίων στο *Thymus armeniacus*. Για λόγους σύγκρισης, εξετάστηκε επίσης το *Thymus kotschyanus*. Και στα δύο είδη, το έλλειμμα νερού άσκησε περιορισμένη επίδραση στο χρόνο που απαιτείται για την έναρξη ή την ολοκλήρωση της ανθοφορίας. Στις περισσότερες κρίσιμες πτυχές της απόδοσης (ξηρό βάρος οργάνων που συλλέγονται, απόδοση αιθέριου ελαίου), το *T. armeniacus* βρέθηκε να είναι ανώτερο από το *T. kotschyanus*. Σε αυτά τα χαρακτηριστικά, ωστόσο, το *T. armeniacus* υπέστη μια πιο δραστηρική μείωση λόγω έλλειψης νερού. Οι δείκτες που σχετίζονται με δραστικές ρίζες οξυγόνου συσχετίστηκαν με τη δραστηριότητα πέντε κύριων αντιοξειδωτικών ενζύμων, ενώ το ίδιο σημειώθηκε μεταξύ της υδατικής κατάστασης των φύλλων και της περιεκτικότητας σε φωτοσυνθετικές χρωστικές. Συνολικά, αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι όταν μπορεί να επιτευχθεί επαρκής διαθεσιμότητα νερού, θα επιτευχθούν υψηλότερες αποδόσεις από την καλλιέργεια του *T. armeniacus*. Σε συνθήκες ελλείμματος νερού, αντίθετα, το πιο ανθεκτικό στην ξηρασία *T. kotschyanus* ξεχωρίζει ως κύρια επιλογή.

[58] Seifikalhor M, Niknam V, Aliniaefard S, Didaran F, Tsaniklidis G, **Fanourakis D**, Teymoorzadeh M, Mousavi SH, Bustachi M, Li T (2022) The regulatory role of  $\gamma$ -Aminobutyric acid in chickpea plants depends on drought tolerance and water scarcity level. *Scientific Reports* 12, 7034.

Το  $\gamma$ -αμινοβουτυρικό οξύ (GABA) είναι ένα μη πρωτεϊνικό αμινοξύ με πολυλειτουργικούς ρόλους στα φυτά κυρίως υπό καθεστώς καταπόνησης. Για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων της εξωγενούς εφαρμογής GABA (0, 25 και 50  $\mu$ M) στην απόκριση υπό έλλειμμα νερού, εξετάστηκαν δύο ποικιλίες ρεβιθίου με διαφορετική ευαισθησία. Τα φυτά εκτέθηκαν σε τέσσερα επίπεδα άρδευσης. Η έλλειψη νερού είχε ως αποτέλεσμα μειωμένη ανάπτυξη, περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και φωτοσυνθετική απόδοση. Αύξησε την υπεροξειδωση λιπιδίων λόγω της υψηλότερης συσσώρευσης ROS και της χαμηλότερης δραστηριότητας αντιοξειδωτικών ενζύμων. Αυτές οι αρνητικές επιπτώσεις του ελλείμματος νερού και ο ανακουφιστικός ρόλος της εφαρμογής GABA ήταν πιο εμφανής στην ευαίσθητη, σε σύγκριση με την ανθεκτική ποικιλία. Το έλλειμμα νερού επίσης αύξησε την περιεκτικότητα σε προλίνη και GABA περισσότερο στην ανθεκτική ποικιλία, ενώ η περιεκτικότητά τους ήταν πιο ενισχυμένη από την εφαρμογή GABA στην ευαίσθητη. Αυτό πιθανώς να προσφέρει ένα πρόσθετο επίπεδο ρύθμισης που προκύπτει στην καλύτερη ανακούφιση των ζημιών λόγω ξηρασίας σε ανθεκτικές ποικιλίες ρεβιθίου. Συμπερασματικά, η θετική επίδραση του GABA στην ανάπτυξη και τη φυσιολογική αντίδραση εξαρτάται τόσο από τη σοβαρότητα του υδατικού στρες όσο και από την ευαισθησία της ποικιλίας σε αυτήν.

[59] **Fanourakis D**, Nikoloudakis N, Paschalidis K, Christopoulos M, Goumenaki E, Tsantili E, Delis C, Tsaniklidis G (2022) Gene expression, activity and localization of beta-galactosidases during late ripening and postharvest storage of tomato fruit. *Agronomy* 12, 778.

Οι  $\beta$ -γαλακτοσιδάσες ( $\beta$ -GALs) διαδραματίζουν βασικό ρόλο τόσο στο μαλάκωμα των φρούτων όσο και στην αύξηση των ολικών διαλυτών στερεών κατά την ωρίμανση. Παρά τον καθορισμό τόσο της ποιότητας όσο και της πιθανής μετασυλλεκτικής μακροζωίας, η δραστηριότητα της  $\beta$ -GAL κατά την ωρίμανση, με ιδιαίτερη έμφαση στην περίοδο μετά τη συγκομιδή, δεν έχει μελετηθεί επαρκώς. Αυτή η μελέτη επικεντρώθηκε στον προσδιορισμό της γονιδιακής έκφρασης σε σχέση με τη συνολική δραστηριότητα του ενζύμου  $\beta$ -GAL κατά την ωρίμανση του καρπού της τομάτας πάνω στο φυτό, καθώς και συγκομισμένου

καρπού που αφέθηκε να ωριμάσει για 5 ημέρες στους 4, 10 ή 25 °C. Η μεταγραφή των γονιδίων που κωδικοποιούν τα ισοένζυμα β-GAL επηρεάστηκε σημαντικά τόσο από το στάδιο ωρίμανσης του καρπού όσο και από τη θερμοκρασία αποθήκευσης μετά τη συγκομιδή. Η ενζυματική δραστηριότητα και η περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτή πηκτίνη αυξήθηκαν με την έκθεση σε υψηλή θερμοκρασία, που κορυφώθηκε στα φρούτα που ωρίμασαν στους 25 °C. Η δράση της β-GAL ήταν κυρίως εντοπισμένη στο περικάρπιο, ενώ ανιχνεύτηκε λιγότερο στο παρέγχυμα. Αυτά τα ευρήματα αναδεικνύουν το διπλό ρόλο της β-GAL όχι μόνο στην ωρίμανση, αλλά και στο μεταβολισμό μετά τη συγκομιδή και το ψυχρό εγκλιματισμό του καρπού της τομάτας.

[60] Zomorodi N, Rezaei Nejad A, Mousavi-Fard S, Feizi H, Tsaniklidis G, **Fanourakis D** (2022) Potency of titanium dioxide nanoparticles, sodium hydrogen sulfide and salicylic acid in ameliorating the depressive effects of water deficit on periwinkle ornamental quality. *Horticulturae* 8, 675.

Σε αυτή τη μελέτη, διερευνήθηκε η βέλτιστη συγκέντρωση υδροθειώδους νατρίου (NaSH), σαλικυλικού οξέος (SA) και νανοσωματιδίων διοξειδίου του τιτανίου (TiO<sub>2</sub> NPs) και η σχετική αποτελεσματικότητά τους στην ανακούφιση των αρνητικών επιπτώσεων του ελλείμματος νερού στη διακοσμητική ποιότητα. Τα φυτά καλλιεργήθηκαν σε τρία επίπεδα έλλειψης νερού (80, 50 και 20% διαθέσιμη περιεκτικότητα σε νερό) και έλαβαν δύο φυλλικές εφαρμογές TiO<sub>2</sub> NPs (0, 0,5 και 1 mM), NaSH (0,5 και 1 mM) ή SA (1 και 2) mM). Το έλλειμμα νερού υποβάθμισε τη διακοσμητική ποιότητα, ενίσχυσε τον κίνδυνο λυγισμού (χαμηλότερη αντοχή στελέχους) και κατέστειλε τη μακροζωία. Μείωσε τόσο την δέσμευση φωτός (επιφάνεια φύλλων) όσο και τη φωτοσύνθεση. Εκτός από τη μειωμένη κατάσταση ενυδάτωσης, τα φυτά υπό έλλειψη νερού υπέστησαν οξειδωτική βλάβη όπως υποδεικνύεται από τη μειωμένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, την αυξημένη αποικοδόμηση της μεμβράνης και την υπεροξειδωση των λιπιδίων. Οι μεταχειρίσεις με ψεκασμό βελτίωσαν όλα τα χαρακτηριστικά, εκτός από τη δύναμη του στελέχους και την περιεκτικότητα σε προλίνη. Επιπλέον, ενίσχυσαν την περιεκτικότητα σε καροτενοειδή και τις δραστηριότητες της καταλάσης και της υπεροξειδάσης. Η σχετική αποτελεσματικότητά τους (TiO<sub>2</sub> NPs > NaSH > SA) και η βέλτιστη συγκέντρωσή τους (δηλαδή, 0,5 mM (TiO<sub>2</sub> NPs, NaSH) και 1 mM (SA)) ήταν ανεξάρτητες από το επίπεδο ελλείμματος νερού. Συμπερασματικά, αυτή η μελέτη παρέχει πρακτικές για βελτιωμένη διακοσμητική ποιότητα και μακροζωία ανεξάρτητα από τη διαθεσιμότητα νερού, με τη θετική τους επίδραση να είναι ισχυρότερη σε ακανόνιστη ή περιορισμένη παροχή νερού.

[61] Jafari S, Mousavi-Fard S, Rezaei Nejad A, Moumivand H, Nikoloudakis N, Sorkheh K, **Fanourakis D** (2022) Chitosan and titanium dioxide are more effective in improving seed yield and quality in nanoparticle compared to non-structured form: A case study in five milk thistle ecotypes (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.). *Agronomy* 12, 1827.

Το γαϊδουράγκαθο είναι μια σημαντική φαρμακευτική καλλιέργεια. Σε αυτή τη διετή μελέτη πεδίου, η βέλτιστη μορφή [μη δομημένο, νανοσωματίδια (NPs)] και συγκέντρωση (0, 50, 100 mg L<sup>-1</sup>) χιτοζάνης και διοξειδίου του τιτανίου (TiO<sub>2</sub>) εφαρμόζονται για τη βελτίωση της απόδοσης σπόρων, καθώς και οι περιεκτικότητες σε ανόργανα άλατα σπόρων (N, Mg, Fe, Ti), πρωτεΐνες και λάδι διερευνήθηκαν σε πέντε οικότυπους. Η φωτοσύνθεση των φύλλων, η αναλογία μεταβλητού προς μέγιστο φθορισμό (F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>) και η ενυδάτωση αξιολογήθηκαν επίσης. Η χιτοζάνη και το TiO<sub>2</sub> βελτίωσαν όλα τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά, με το πρώτο να είναι γενικά πιο αποτελεσματικό. Όταν εφαρμόστηκε στη μορφή NPs, το θετικό αποτέλεσμα ήταν ισχυρότερο. Για τα NP χιτοζάνης, η χαμηλή συγκέντρωση ήταν η βέλτιστη. Η βελτιωμένη κατάσταση ενυδάτωσης συσχετίστηκε με ενισχυμένη στοματική αγωγιμότητα, η οποία μαζί με το F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> συσχετίστηκαν θετικά με τον φωτοσυνθετικό ρυθμό. Η απόδοση σπόρου ανά φυτό σχετιζόταν θετικά με τα κύρια χαρακτηριστικά της κεντρικής κεφαλής (δηλαδή, διάμετρο, αριθμό και βάρος σπόρων), καθώς και με το βάρος των σπόρων και τον αριθμό των κεφαλών ανά φυτό. Συμπερασματικά, η βελτίωση της απόδοσης και της ποιότητας των σπόρων με την εφαρμογή χιτοζάνης και TiO<sub>2</sub> σε οποιαδήποτε μορφή υποστηρίχθηκε από τα ίδια συστατικά, αν και η σχετική σημασία τους εξαρτάται από τον οικότυπο. Τα NP



χιτοζάνης ήταν πιο αποτελεσματικά, επιδεικνύοντας ένα οικονομικό, φιλικό προς το περιβάλλον και βιώσιμο μέσο για την τόνωση της απόδοσης του γαϊδουράγκαθου.

[62] Ahmadi-Majd M, Mousavi-Fard S, Rezaei Nejad A, **Fanourakis D** (2023) Nano-selenium in the holding solution promotes rose and carnation vase life by improving both water relations and antioxidant status. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 98, 246–261.

Το νάνο-σελήνιο (νάνο-Se) είναι ένας χαμηλού κόστους και περιβαλλοντικά ασφαλής ένωση. Η δυνατότητα συμπερίληψής του στο διάλυμα ανθοδοχείου για την τόνωση της διατηρησιμότητας διερευνήθηκε με τη διεξαγωγή δύο πειραμάτων. Στο πρώτο πείραμα, καμπύλες δόσης-απόκρισης δημιουργήθηκαν με την εφαρμογή διαφορετικών συγκεντρώσεων νάνο-Se (0–1 και 0–1,5  $\mu\text{M}$  για τριαντάφυλλο και γαρύφαλλο, αντίστοιχα) στο διάλυμα ανθοδοχείου τριών ποικιλιών ανά είδος. Το νάνο-Se στο διάλυμα ανθοδοχείου βελτίωσε τη διατηρησιμότητα σε όλες τις περιπτώσεις, εκτός από μία ποικιλία γαρύφαλλου. Η βέλτιστη συγκέντρωση ήταν σημαντικά υψηλότερη στο γαρύφαλλο σε σύγκριση με το τριαντάφυλλο (1–1,5 και 0,25–0,75  $\mu\text{M}$ , αντίστοιχα) και εξαρτιόταν από την ποικιλία. Το νάνο-Se βελτίωσε τις υδατικές σχέσεις των κομμένων λουλουδιών ενισχύοντας περισσότερο την απορρόφηση νερού παρά τη διαπνοή. Στο δεύτερο πείραμα, χρησιμοποιήθηκε η βέλτιστη συγκέντρωση νάνο-Se σε διάλυμα ανθοδοχείου για την αξιολόγηση των υποκειμένων διεργασιών στις δύο ποικιλίες ανά είδος, όπου η διατηρησιμότητα ήταν περισσότερο αυξημένη. Τα φυσιολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά αξιολογήθηκαν τόσο στα φύλλα όσο και στα πέταλα. Το νάνο-Se βελτίωσε την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης, τη διαρροή ηλεκτρολυτών και την υπεροξειδωση των λιπιδίων λόγω της ανοδικής ρύθμισης τόσο των ενζυματικών όσο και των μη ενζυματικών αντιοξειδωτικών. Συμπερασματικά, η επέκταση της διατηρησιμότητας που προκαλείται από το νάνο-Se συνδέθηκε τόσο με αναβαθμισμένη αντιοξειδωτική κατάσταση όσο και με βελτιωμένες υδατικές σχέσεις, καθιστώντας το ως έναν χαμηλού κόστους και περιβαλλοντικά ασφαλή παράγοντα για την παράταση της μακροζωίας των ανθέων.

[63] Zomorodi N, Rezaei Nejad A, Mousavi-Fard S, Feizi H, Nikoloudakis N, **Fanourakis D** (2022) Efficiency of sodium and calcium chloride in conferring cross-tolerance to water deficit in periwinkle. *Horticulturae* 8, 1091.

Η δυνατότητα χρήσης εφαρμογών  $\text{NaCl}$  ή  $\text{CaCl}_2$  πριν από την καταπόνηση για την επαγωγή ανθεκτικότητας σε έλλειμμα νερού αξιολογήθηκε στη βίγκα. Τα φυτά έλαβαν αρχικά πέντε εφαρμογές  $\text{NaCl}$  (0, 30 και 50 mM) ή  $\text{CaCl}_2$  (15 και 25 mM) μέσω άρδευσης και στη συνέχεια καλλιεργήθηκαν υπό διαφορετικά καθεστώτα ελλειμματικής άρδευσης (80, 50 και 20% διαθέσιμη περιεκτικότητα νερού). Το έλλειμμα νερού προκάλεσε μικρότερα και πυκνότερα στομάτια. Προώθησε την αποτελεσματικότητα χρήσης νερού, την περιεκτικότητα σε προλίνη και την αντιοξειδωτική ενζυμική δράση. Ωστόσο, υποβάθμισε την αισθητική αξία (ανάστημα φυτού, μέγεθος λουλουδιών και πρασινάδα βλάστησης), μεγέθυνε την πιθανότητα κάμψης του στελέχους και μείωσε σημαντικά τη μακροζωία του άνθους. Επιπρόσθετα εμπόδισε την ανάπτυξη με μειώσεις στη φυλλική επιφάνεια και τη φωτοσύνθεση. Τα φυτά που υπέστησαν έλλειμμα νερού διατήρησαν χαμηλότερη ενυδάτωση και εξέφρασαν συμπτώματα οξειδωτικής βλάβης. Καθώς το έλλειμμα νερού εντάθηκε, αυτές οι επιπτώσεις ήταν πιο έντονες. Οι εφαρμογές  $\text{CaCl}_2$  ή  $\text{NaCl}$  πριν από την καταπόνηση αποκατέστησαν γενικά τα περισσότερα από τα αποτελέσματα που προκλήθηκαν από την έλλειψη νερού, με την πρώτη να είναι πιο αποτελεσματική. Για το  $\text{CaCl}_2$ , η υψηλότερη συγκέντρωση (25 mM) ήταν γενικά η βέλτιστη, ενώ για το  $\text{NaCl}$  ήταν η χαμηλότερη συγκέντρωση (30 mM). Συμπερασματικά, οι εφαρμογές  $\text{CaCl}_2$  ή  $\text{NaCl}$  πριν από την καταπόνηση προσδίδουν αποτελεσματικά ανθεκτικότητα στο έλλειμμα νερού προάγοντας την αισθητική αξία και επεκτείνοντας τη μακροζωία του άνθους, με τα προαγωγικά αποτελέσματα να είναι αυξανόμενα καθώς το έλλειμμα νερού γίνεται πιο σοβαρό.

[64] Zou J, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Woltering EJ, Cheng R, Li T (2023) Far-red radiation during indoor cultivation reduces lettuce nutraceutical quality and shortens the shelf-life when stored at supra optimal temperatures. *Postharvest Biology and Technology* 198, 112269.

Για να βελτιωθεί η απόδοση στο μαρούλι κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας σε εσωτερικούς χώρους, συχνά προστίθεται υπέρυθη ακτινοβολία (FR, 700–800 nm) στη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (PAR, 400–700 nm). Σε αυτή τη μελέτη εφαρμόστηκαν διαφορετικά σενάρια: σε ένα σενάριο το FR εφαρμόζεται σε όλη τη φωτοπερίοδο των 16 ωρών (FR-Day). Σε ένα άλλο σενάριο το FR εφαρμόζεται για μικρή διάρκεια (1 ώρα) στο τέλος της ημέρας (FR-EOD). Έχουμε δείξει ότι η FR-Day είναι η βέλτιστη για την αύξηση της απόδοσης, ενώ η FR-EOD είναι η βέλτιστη για την αποδοτικότητα της παραγωγής (Zou et al., 2019). Εδώ, αξιολογήσαμε τον αντίκτυπο και των δύο σεναρίων στην ποιότητα του μαρουλιού μετά τη συγκομιδή. Η διάρκεια ζωής των αποκομμένων συσκευασμένων φύλλων (υμένιο πολυαιθυλενίου) παρακολούθηθηκε κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στο σκοτάδι στους 4 και 16 °C, αντίστοιχα. Το FR κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας μείωσε το περιεχόμενο των κύριων μεταβολιτών που προάγουν την υγεία κατά τη συγκομιδή, ειδικά κατά το FR-Day. Στους 4 °C, η διάρκεια ζωής δεν επηρεάστηκε από το καθεστώς καλλιέργειας. Αντίθετα, στους 16 °C, το FR συσχετίστηκε με αυξημένο ρυθμό φθοράς μετά τη συγκομιδή και μειωμένη συνολική οπτική ποιότητα καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης. Η μειωμένη διάρκεια ζωής μετά το FR κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας σχετιζόταν με αυξημένη περιεκτικότητα σε  $O_2^-$  μαζί με μειωμένη δραστηριότητα ενζυματικών (δισμουτάση υπεροξειδίου) και μειωμένα επίπεδα μη ενζυματικών (καροτενοειδή, ολικά φαινολικά και φλαβονοειδή) αντιοξειδωτικών. Συμπεραίνουμε ότι το FR κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, ειδικά κατά τη διάρκεια της ημέρας, σχετίζεται με μειωμένη θρεπτική ποιότητα κατά τη συγκομιδή και ενδεχομένως μικρότερη διάρκεια ζωής. Σημειωτέον, το τελευταίο παρατηρήθηκε μόνο υπό ακατάλληλη διαχείριση θερμοκρασίας μετά τη συγκομιδή.

[65] Georgaki E, Nifakos K, Kotsiras A, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Delis C, Spiliopoulos IK (2023) Superior fruit antioxidant and lycopene profiles in five Greek tomato landraces. *Horticulturae* 9, 163.

Η ζήτηση των καταναλωτών για ενισχυμένη διατροφική πρόσληψη αντιοξειδωτικών και βιοδραστικών ενώσεων αυξάνεται συνεχώς. Αυτή η εργασία στοχεύει στην αξιολόγηση της θρεπτικής σύνθεσης των φρούτων και της αντιοξειδωτικής δράσης πέντε τοπικών ποικιλιών τομάτας, παράλληλα με ένα εμπορικό υβρίδιο F1. Τρεις ποικιλίες δίνουν μικρόκαρπο (14–40 g), ενώ δύο ποικιλίες και η εμπορική ποικιλία δίνουν μεγάλους καρπούς (150–300 g). Οι υπό μελέτη γονότυποι καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπιο υπό τις ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι περιεκτικότητες σε πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, ολική φαινόλη, ολικά φλαβονοειδή, λυκοπένιο και ασκορβικό οξύ αξιολογήθηκαν σε δύο στάδια ωρίμανσης του καρπού. Τόσο για τα υδρόφιλα όσο και για τα λιπόφιλα κλάσματα, η αντιοξειδωτική συμπεριφορά αξιολογήθηκε επίσης με τη χρήση αναλύσεων DPPH και FRAP. Οι μικρόκαρπες ποικιλίες έχουν γενικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ, καθώς και υδρόφιλες τιμές FRAP σε σύγκριση με τις μεγαλόκαρπες. Σε όλες τις ποικιλίες, η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο ήταν σημαντικά υψηλότερη στο στάδιο της ερυθρής ωρίμανσης. Τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν την αξία της επανεισαγωγής των τοπικών ποικιλιών σε προγράμματα αναπαραγωγής και υποδηλώνουν ότι οι ποικιλίες αυτές γενικά περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά υψηλής ποιότητας.

[66] Vatankhah A, Aliniaiefard S, Moosavi-Nezhad M, Abdi S, Mokhtarpour Z, Reezi S, Tsaniklidis G, **Fanourakis D** (2023) Plants exposed to titanium dioxide nanoparticles acquired contrasting photosynthetic and morphological strategies depending on the growing light intensity: A case study in radish. *Scientific Reports* 13, 5873.

Λόγω της φωτοκαταλυτικής ιδιότητας του διοξειδίου του τιτανίου ( $TiO_2$ ), η επίδραση του μπορεί να εξαρτάται από την ένταση φωτός. Σε αυτή τη μελέτη, φυτά ρεπανιού καλλιεργήθηκαν κάτω από τέσσερις εντάσεις φωτός (75, 150, 300 και 600  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$  φωτοσυνθετική πυκνότητα ροής φωτονίων, PPF) και ψεκάζονταν εβδομαδιαία (τρεις φορές συνολικά) με νανοσωματίδια  $TiO_2$  σε διαφορετικές συγκεντρώσεις

(0, 50 και 100  $\mu\text{mol L}^{-1}$ ). Με βάση τα ληφθέντα αποτελέσματα, τα φυτά χρησιμοποίησαν δύο αντίθετες στρατηγικές ανάλογα με τη PPFD. Στην πρώτη στρατηγική, ως αποτέλεσμα της έκθεσης σε υψηλή PPFD, τα φυτά περιόρισαν τη φυλλική τους επιφάνεια. Το  $\text{TiO}_2$  βελτίωσε την κατανομή της βιομάζας στα υπόγεια μέρη όταν τα φυτά εκτέθηκαν σε υψηλότερη PPFD. Στη δεύτερη στρατηγική, τα φυτά διασκόρπισαν την απορροφημένη φωτεινή ενέργεια στη θερμότητα (NPQ) για να προστατεύσουν τη φωτοσυνθετική συσκευή από υψηλή εισροή ενέργειας. Η εφαρμογή νανοσωματιδίων  $\text{TiO}_2$  αύξησε τη φωτοσυνθετική λειτουργικότητα κάτω από χαμηλή PPFD, ενώ τη μείωσε υπό υψηλή. Η καλύτερη απόδοση χρήσης φωτός σημειώθηκε στα 300  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  PPFD, ενώ ο ψεκασμός νανοσωματιδίων  $\text{TiO}_2$  διέγειρε την απόδοση χρήσης φωτός στα 75  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  PPFD. Συμπερασματικά, ο ψεκασμός νανοσωματιδίων  $\text{TiO}_2$  προάγει την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των φυτών και αυτή η απόκριση μεγεθύνεται καθώς η ένταση του φωτός της καλλιέργειας περιορίζεται.

[67] **Fanourakis D**, Papadakis VM, Machado M., Psyllakis E, Nektarios PA (2024) Non-invasive leaf hydration status determination through convolutional neural networks based on multispectral images in chrysanthemum. *Plant Growth Regulation* 102, 485–496.

Η δυνατότητα χρήσης πολυφασματικών δεδομένων (400–1050 nm) για την εκτίμηση της σχετικής περιεκτικότητας σε νερό (RWC) και της περιεκτικότητας σε νερό (WC) των φύλλων διερευνήθηκε στο χρυσάνθεμο. Τα φύλλα εκτέθηκαν σε ξήρανση (0–24 ώρες). Η κάτω πλευρά του φύλλου έδειξε υψηλότερη ανάκλαση (0,1–0,2%) από την πάνω στο ορατό φάσμα (400–700 nm), ενώ οι διαφορές μεταξύ των πλευρών του φύλλου ήταν μικρές στην περιοχή του υπέρυθρου (750–1050 nm). Η συνολική ανάκλαση και των δύο πλευρών του φύλλου αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της αποξήρανσης. Τα RWC και WC δεν μπόρεσαν να ανακτηθούν με ακρίβεια βάσει ολόκληρου του εύρους ανακλαστικότητας ή έντεκα ευρέως χρησιμοποιούμενων δεικτών ( $R^2 = 0.000–0.469$ ). Αναπτύχθηκε περαιτέρω ένα μοντέλο πρόβλεψης συνελκτικού νευρωνικού δικτύου (CNN). Τα δεδομένα ήταν οι πολυφασματικές εικόνες είτε της μίας (πάνω ή κάτω) είτε και των δύο (πάνω και κάτω) πλευρών του φύλλου. Αυτά πρώτα υποβλήθηκαν σε μεγέθυνση και περικοπή μεγέθους και στη συνέχεια μείωση τόσο του μεγέθους όσο και του αριθμού μήκων κύματος. Ως αρχιτεκτονική δικτύου επιλέχθηκαν ζεύγη στρωμάτων συνελκτικής συγκέντρωσης, ακολουθούμενα από ένα πλήρως συνδεδεμένο επίπεδο. Το μοντέλο CNN που αναπτύχθηκε δημιούργησε πολύ ακριβείς προβλέψεις για τα RWC και WC ( $R^2 = 0,852–0,964$ ). Το ληφθέν πρωτόκολλο παρέχει σε πραγματικό χρόνο, μη επεμβατικούς και ακριβείς προσδιορισμούς της υδατικής κατάστασης των φύλλων.

[68] Paschalidis K, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Tsiachlas I, Tzanakakis VA, Biliaris F, Samara E, Ipsilantis I, Grigoriadou K, Samartza I, et al. (2024) DNA barcoding and fertilization strategies in *Sideritis syriaca* subsp. *syriaca*, a local endemic plant of Crete with high medicinal value. *International Journal of Molecular Sciences* 25, 1891.

Έλαβε χώρα γενετικός χαρακτηρισμός του *Sideritis syriaca* subsp. *syriaca* (Lamiaceae; απειλούμενο τοπικό ενδημικό φυτό της Κρήτης) χρησιμοποιώντας επτά μοριακούς δείκτες cpDNA. Πέντε προγράμματα λίπανσης αξιολογήθηκαν συγκριτικά σε πιλοτική καλλιέργεια στην Κρήτη. Χρησιμοποιήθηκαν συμβατικά ανόργανα λιπάσματα (ChFs), λιπάσματα ολοκληρωμένης διαχείρισης θρεπτικών ουσιών (INM) και δύο βιοδιεγερτικά (εφαρμογή φυλλώματος και εδάφους). Τα σχήματα λίπανσης προκάλεσαν διακριτές διαφορές στα σχήματα των φύλλων, αλλάζοντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Η εφαρμογή INM-φυλλώματος και ChF-εδάφους προώθησε την απόδοση, χωρίς να επηρεάσει την περιεκτικότητα σε νερό των ιστών ή την κατανομή της βιομάζας στις ταξιανθίες. Η ChF-φυλλική εφαρμογή ήταν η πιο διεγερτική μεταχείριση όταν ο πρωταρχικός στόχος ήταν η ενισχυμένη περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά ενώ το βιοδιεγερτικό INM ήταν το λιγότερο αποτελεσματικό. Ωστόσο, όταν ο πρωταρχικός στόχος είναι η απόδοση, το INM ειδικά με διαφυλλική εφαρμογή και ChF με εφαρμογή στο έδαφος, θα πρέπει να χρησιμοποιείται.

[69] Paschalidis K, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Tsichlas I, Tzanakakis VA, Biliaris F, Samara E, Ipsilantis I, Grigoriadou K, Matsi T, Krigas N Tsoktouridis, G. Integrated nutrient management boosts inflorescence biomass and antioxidant profile of *Carlina diae* (Asteraceae)—An endangered local endemic plant of Crete with medicinal and ornamental value. Agriculture 14, 259.

Με βάση προηγούμενες μελέτες σχετικά με το απειλούμενο τοπικό ενδημικό της Κρήτης (Ελλάδα) *Carlina diae* με φαρμακευτική και καλλωπιστική αξία, αυτή η έρευνα επικεντρώθηκε στην πιλοτική καλλιέργεια και λίπανσή του (εφαρμογή σε φύλλα ή ρίζα). Διαφυλλική εφαρμογή περιελάμβανε χημικό λίπασμα (συμβατικό) ή ολοκληρωμένη διαχείριση θρεπτικών ουσιών (INM). Η ριζική εφαρμογή αποτελούνταν από χημικό λίπασμα, βιοδιεγέρτη ή INM με βιοδιεγέρτη. Το πρόγραμμα λίπανσης δεν επηρέασε την ανάπτυξη των φυτών και την οπτικά αντιληπτή ποιότητα (χρώμα και σχήμα φύλλου). Ιδιαίτερα, η λίπανση INM στα φύλλα αύξησε την κατανομή βιομάζας σε ταξιανθίες (αξιοποιείται είτε για ιατρικούς είτε για διακοσμητικούς σκοπούς) και μείωσε την περιεκτικότητα σε νερό των ιστών (διευκολύνοντας την επεξεργασία). Το INM με βιοδιεγερτικό εμφανίστηκε ως το βέλτιστο σχήμα, καθώς συσχετίστηκε με την υψηλότερη (καροτενοειδή, φαινολικά) ή τη δεύτερη υψηλότερη (φλαβονοειδή) περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά. Στο *C. diae*, επομένως, η λίπανση με INM ήταν η βέλτιστη για την αναβάθμιση της απόδοσης (φυλλώματος) και της ποιότητας όσον αφορά το αντιοξειδωτικό προφίλ (INM με βιοδιεγέρτη), το οποίο θα μπορούσε να θεωρηθεί μία φιλική προς το περιβάλλον προσέγγιση για αποδόσεις υψηλής ποιότητας.

[70] Paschalidis KA, **Fanourakis D**, Tsaniklidis G, Tzanakakis VA, Kardamaki I, Biliaris F, Samara E, Ipsilantis I, Grigoriadou K, Matsi T, Tsoktouridis G, Krigas N. (2024) A polysaccharide-based integrated nutrient management system enhances the antioxidant properties in *Origanum dictamnus* (Lamiaceae), a local endemic plant of Crete with antimicrobial potential. Preprints, 5, 28–48.

Αυτή η μελέτη πεδίου εισάγει ένα σχήμα λίπανσης για το *O. dictamnus*, το οποίο αναπτύχθηκε για να βελτιστοποιήσει την απόδοση καθώς και κρίσιμες πτυχές της ποιότητας. Πέντε σχήματα λίπανσης διερευνήθηκαν, βασισμένα σε μια ολοκληρωμένη διαχείριση θρεπτικών ουσιών με βάση πολυσακχαρίτες (INM), ένα μείγμα χημικών λιπασμάτων και δύο βιοδιεγερτικών (όχι φυκών) με εφαρμογή μέσω του φυλλώματος και του εδάφους. Το INM με διαφυλλική εφαρμογή ήταν το πιο διεγερτικό σχήμα, παίζοντας σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών. Η παρούσα μελέτη παρέχει για πρώτη φορά δεδομένα για τη λίπανση του *O. dictamnus* που βελτιώνουν βασικά χαρακτηριστικά της ποιότητας και προωθούν την επίτευξη υψηλής συγκέντρωσης αντιοξειδωτικών. Το σχήμα αυτό λίπανσης μπορεί να αξιοποιηθεί για την περαιτέρω αξιοποίησή του *O. dictamnus* ως πρώτη ύλη για την παρασκευή τσαγιού, για ιατρικούς σκοπούς, φυσικά αρώματα τροφίμων ή/και συντηρητικά τροφίμων.

[71] Far AS, Mousavi-Fard S, Rezaei Nejad A, Shahbazi F, Ahmadi-Majd M, **Fanourakis D** (2024) Nano Silver and melatonin effectively delay the senescence of cut carnation flowers under simulated vibrational stress, The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, DOI: 10.1080/14620316.2024.2334306

Το γαρύφαλλο έχει μεγάλη σημασία ως κομμένο άνθος και η διατηρησιμότητα του παίζει καθοριστικό ρόλο στον καθορισμό της ποιότητας και της απήχησης στην αγορά. Ωστόσο, οι εκτεταμένες αποστάσεις μεταφοράς από την τοποθεσία παραγωγής στις αγορές μπορεί να έχουν δυσμενή επίδραση στη διατηρησιμότητα και τη συνολική ποιότητα των κομμένων ανθέων. Το πρώτο πείραμα έδειξε ότι η έκθεση κομμένων ανθέων σε προσομοίωση δόνησης (SVS) οδήγησε σε μείωση της διατηρησιμότητας και της συνολικής ποιότητας. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή νανοσωματιδίων αργύρου (NS; 25 και 50 μΜ) και μελατονίνης (MT; 100 και 200 μΜ) στο διάλυμα συγκράτησης αποδείχθηκε αποτελεσματική στην εξουδετέρωση αυτών των αρνητικών επιπτώσεων και επέκτεινε τη διατηρησιμότητα προάγοντας τις υδατικές σχέσεις. Στο δεύτερο πείραμα, οι βέλτιστες συγκεντρώσεις NS και MT στο διάλυμα συγκράτησης (25 και 100 μΜ, αντίστοιχα) μείωσαν αποτελεσματικά την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης, τη διαρροή ηλεκτρολυτών και την υπεροξειδωση των λιπιδίων ενισχύοντας τη δραστηριότητα των ενζύμων καταλάσης

και υπεροξειδάσης. Ως αποτέλεσμα, φαίνεται ότι η εφαρμογή NS και MT στο διάλυμα συγκράτησης έχει παρατείνει επιτυχώς τη διατηρησιμότητα τόσο βελτιώνοντας την υδατική ισορροπία όσο και ενισχύοντας την αντιοξειδωτική δράση, ενώ μετριάζοντας τις αρνητικές επιπτώσεις του SVS.

[72] Aalam F, Rezaei Nejad A, Mousavi-Fard S, Raji M, Nikoloudakis N, Goumenaki E, **Fanourakis D** (2024) Water deficit severity during the preceding year determines plant tolerance to subsequent year drought stress challenges: A case study in damask rose. *Horticulturae* 10, 462.

Η τριανταφυλλιά η δαμασκηνή (*Rosa damascena* Mill.) είναι μια σημαντική καλλιέργεια για την παραγωγή αιθέριων ελαίων. Στην παρούσα μελέτη, τα φυτά υποβλήθηκαν σε τρία διαφορετικά επίπεδα έλλειψης νερού (70, 40 και 10% διαθέσιμη περιεκτικότητα σε νερό) για δύο περιόδους (Ιούνιος-Οκτώβριος). Η φαινολογία των φυτών, η ανάπτυξη, η απόδοση αιθέριου ελαίου και τα κύρια αντιοξειδωτικά στοιχεία μελετήθηκαν για δύο χρόνια. Η ελλειμματική άρδευση σχετίστηκε με ταχύτερη ολοκλήρωση του κύκλου ανάπτυξης (έως 7,4 ημέρες) και μικρότερα φυτά (έως 49,7%). Υπό αυτές τις συνθήκες, η συσσώρευση βιομάζας περιορίστηκε από κοινού από τη μειωμένη φυλλική επιφάνεια, την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, την πρόσληψη CO<sub>2</sub> και τη φωτοσυνθετική απόδοση (έως 82,8, 56,9, 27,3 και 68,2%, αντίστοιχα). Η μείωση της πρόσληψης CO<sub>2</sub> προήλθε από τη μείωση της στοματικής αγωγιμότητας (έως 41,2%), ενώ η μείωση της φυλλικής επιφάνειας μεσολαβήθηκε από μειώσεις τόσο στον αριθμό των φύλλων όσο και στην επιφάνεια του κάθε φύλλου (έως 54,3 και 64,0%, αντίστοιχα). Αυτές οι επιπτώσεις ενισχύθηκαν, καθώς το έλλειμμα νερού έγινε πιο έντονο. Οι δυσμενείς επιπτώσεις του ελλείμματος νερού ήταν γενικά λιγότερο έντονες όταν τα φυτά είχαν εκτεθεί σε ανάλογες συνθήκες κατά τη διάρκεια του προηγούμενου έτους. Ως εκ τούτου, η έκθεση σε έλλειμμα νερού προκάλεσε την ανοχή των φυτών σε μελλοντική έκθεση. Αυτή η φαινοτυπική απόκριση εξαρτιόταν περαιτέρω από το επίπεδο έλλειψης νερού. Σε πιο έντονο έλλειμμα εδάφους κατά τη διάρκεια του προηγούμενου έτους, τα φυτά ήταν λιγότερο ευάλωτα στο έλλειμμα νερού κατά τη διάρκεια του επόμενου έτους. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματά μας αποκαλύπτουν μια άμεση σχέση μεταξύ της έντασης του ελλείμματος νερού και της ανοχής των φυτών σε μελλοντικές προκλήσεις υδατικής καταπόνησης, παρέχοντας για πρώτη φορά στοιχεία για μνήμη στρες στο τριαντάφυλλο δαμασκηνού.

[73] Moosavi-Nezhad M, Homayoonzadeh M, Tsaniklidis G, Roessner U, Woltering EJ, **Fanourakis D**, Aliniaiefard S (2024) Enhancing shelf life of bell peppers through preharvest fertigation with calcium and potassium thiosulfate: A focus on antioxidant and cell wall degradation enzymes. *Journal of Agriculture and Food Research* 17, 101262.

Σε αυτή τη μελέτη, διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα της λίπανσης πριν από τη συγκομιδή χρησιμοποιώντας θειοθειικό ασβέστιο (CaTS) και θειοθειικό κάλιο (KTS) για την ενίσχυση της διάρκειας ζωής των καρπών πιπεριάς. Το θρεπτικό διάλυμα εμπλουτίστηκε με KTS (είτε 0,26 είτε 0,53 mM ενός εμπορικού σκευάσματος) ή CaTS (0,66 mM ενός εμπορικού σκευάσματος) και συγκρίθηκε με ένα εμπορικό θρεπτικό διάλυμα. Τα χαρακτηριστικά ποιότητας των καρπών και η δραστηριότητα των βασικών ενζύμων που εμπλέκονται στην άμυνα από το οξειδωτικό στρες, το ενζυματικό μαύρισμα, την αποικοδόμηση του κυτταρικού τοιχώματος και την αποικοδόμηση των λιπιδίων της μεμβράνης διερευνήθηκαν για 30 ημέρες αποθήκευσης. Παρά την αυξημένη δραστηριότητα της αμμωνίας-λυάσης της φαινυλαλανίνης, η λίπανση με CaTS και KTS δεν επηρέασε τη δραστηριότητα της οξειδάσης της πολυφαινόλης. Η λίπανση με CaTS και KTS αύξησε τη δραστηριότητα πέντε (από τα επτά) αντιοξειδωτικών ενζύμων και μείωσε τη δραστηριότητα ενός (στα δύο) υδρολυτικών ενζύμων κυτταρικού τοιχώματος. Το CaTS ήταν η πιο αποτελεσματική μεταχείριση, ακολουθούμενη από το KTS (0,53 mM), για την πρόκληση αυτών των προαγωγικών επιδράσεων. Συμπερασματικά, η εφαρμογή πριν από τη συγκομιδή των CaTS (0,66 mM) και KTS (0,53 mM) παρέτεινε τη μετασυλλεκτική ζωή και καθυστέρησε τη γήρανση των καρπών της πιπεριάς διατηρώντας το βάρος, τη σφριγηλότητα και τη φωτοσυνθετική απόδοση των καρπών, καθώς και ενισχύοντας το αντιοξειδωτικό αμυντικό σύστημα.

*Πρακτικά σε διεθνή συνέδρια με κριτές*

[1] **Fanourakis D**, Tapia A, Carvalho SMP, Heuvelink E (2008) Cultivar differences in the stomatal characteristics of cut roses grown at high relative humidity. *Acta Horticulturae* 847, 251–258. Περιγράφεται η επίδραση της υψηλής σχετικής υγρασίας ( $\geq 85\%$ ) κατά την διάρκεια της καλλιέργειας στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των στομάτων σε δύο ποικιλίες. Βρέθηκε ότι τα ανατομικά χαρακτηριστικά (μέγεθος, πυκνότητα) δεν είναι ενδεικτικά της λειτουργικότητας των στομάτων.

[2] **Fanourakis D**, Matkaris N, Carvalho SMP, Heuvelink E (2010) Effect of relative air humidity on the stomatal functionality in fully developed leaves. *Acta Horticulturae* 870, 83–88.

Μελετήθηκε η δυνατότητα ενδυνάμωσης της λειτουργικότητας των στομάτων μετά την ανάπτυξη των φυτών σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας ( $\geq 85\%$ ). Ωστόσο βρέθηκε ότι η λειτουργικότητα των στομάτων καθορίζεται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φύλλων.

[3] **Fanourakis D**, Maaswinkel RHM, Carvalho SMP, Heuvelink E (2011) Genotypic variation of cut chrysanthemum response to high CO<sub>2</sub> concentration: Growth, time to flowering and visual quality. *Acta Horticulturae* 893, 839–848.

Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 16 ποικιλίες χρυσανθέμου, για την αξιολόγηση των επιδράσεων της υψηλής συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> (1500 ppm) στην ανάπτυξη, σε σύγκριση με την συγκέντρωση που χρησιμοποιείται σε εμπορικά θερμοκήπια (600 ppm). Από την έρευνα αυτή συνάγεται ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση στην ανταπόκριση των διαφόρων ποικιλιών χρυσανθέμου στον εμπλουτισμό CO<sub>2</sub>, στην αύξηση τόσο της παραγωγής (5-40%) όσο και του αριθμού των λουλουδιών ανά στέλεχος (4-48%).

[4] **Fanourakis D**, Verkerke W, Heuvelink E (2011) Possibilities for soilless cultivation in cut chrysanthemum: Effect of irrigation frequencies and spacing schedules. *Acta Horticulturae* 893, 915–924.

Η μελέτη αυτή συνίσταται στην βελτιστοποίηση των συνθηκών (συχνότητα άρδευσης, πυκνότητα φύτευσης) ανάπτυξης χρυσανθέμων σε ένα σύστημα αεροπονίας. Συνάγεται ότι η συχνότητα άρδευσης μέχρι την 4<sup>η</sup> εβδομάδα μετά τη φύτευση, πρέπει να είναι τρεις φορές ανά ώρα. Επιπλέον, πολύ υψηλές πυκνότητες φύτευσης (344 φυτά m<sup>-2</sup>) είναι εφικτές μέχρι την 2<sup>η</sup> εβδομάδα με σχεδόν καθόλου αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών.

[5] **Fanourakis D**, Carvalho DRA, Gitonga VW, van Heusden AW, Almeida DPF, Heuvelink E, Carvalho SMP (2012) Breeding cut roses for better keeping quality: first steps. *Acta Horticulturae* 937, 875–882.

Στην παρούσα μελέτη, αξιολογήσαμε την λειτουργικότητα των στομάτων σε 60 γονότυπους, οι οποίοι αναπτύχθηκαν σε υψηλή σχετική υγρασία ( $\geq 85\%$ ). Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στην λειτουργικότητα των στομάτων είχαν άμεση επίδραση τόσο στην διατηρησιμότητα όσο και στο άνοιγμα του άνθους μετασυλλεκτικά.

[6] van Ieperen W, Savvides A, **Fanourakis D** (2012) Red and blue light effects during growth on hydraulic and stomatal conductance in leaves of young cucumber plants. *Acta Horticulturae* 956, 223–230.

Η επίδραση της φασματικής σύνθεσης του τεχνητού φωτισμού (ποιότητα φωτός) κατά την διάρκεια της ανάπτυξης σε επιλεγμένα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά μελετήθηκε στο αγγούρι. Τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι σε κηπευτικά συστήματα παραγωγής όπου χρησιμοποιείται τεχνητός φωτισμός, η ποιότητα του φωτός είναι σημαντική για την αποδοτική παραγωγή υψηλής ποιότητας φυτών.

[7] Giday H, Kjaer KH, Ottosen CO, **Fanourakis D** (2015) Cultivar differences in plant transpiration rate at high relative air humidity are not related to genotypic variation in stomatal responsiveness. *Acta Horticulturae* 1064, 99–106.

Η απώλεια νερού και η θερμοκρασία των φύλλων κατά την καλλιέργεια σε υψηλή σχετική υγρασία ( $\geq 85\%$ ) μετρήθηκαν σε 10 ποικιλίες. Η λειτουργικότητα των στομάτων δεν επηρέασε την απώλεια νερού κατά την καλλιέργεια στις συνθήκες αυτές, ενώ η γονοτυπική διακύμανση στην διαπνοή δεν ήταν ανιχνεύσιμη μετρώντας την θερμοκρασία των φύλλων.

[8] **Fanourakis D**, Velez-Ramirez AI, In BC, Barendse H, van Meeteren U, Woltering EJ (2015) A survey of preharvest conditions affecting the regulation of water loss during vase life. *Acta Horticulturae* 1064, 195–204.

Στην εργασία αυτή, εξετάζουμε τους βασικούς λόγους για την περάτωση της μετασυλλεκτικής διατηρησιμότητας 50 ποικιλιών τριαντάφυλλου και συζητούμε πώς αυτοί μπορούν να προκληθούν από τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Επίσης, συλλέγονται και υφίστανται επεξεργασία δεδομένα βιβλιογραφίας σχετικά με τις μεθόδους κλιματισμού και συνθήκες αίθουσας δοκιμών από 80 μελέτες.

[9] **Fanourakis D**, Nektarios PA (2022) Cultivation and supply chain environmental conditions affect vase life through alterations of stomatal functioning: an update. *Acta Horticulturae* 1336, 39–46.

Προσεγγίσεις για να αυξηθεί ο βαθμός βεβαιότητας ότι το κομμένο λουλούδι θα διαρκέσει ένα ελάχιστο χρονικό διάστημα είναι εξαιρετικά απαραίτητες. Ο περιορισμένος έλεγχος της διαπνοής (λόγω λιγότερο λειτουργικών στομάτων) οδηγεί σε πρόωρο τερματισμό της διατηρησιμότητας που σχετίζεται με συμπτώματα μαρασμού. Σε αυτήν την έρευνα, ο ρόλος του περιβάλλοντος καλλιέργειας στον καθορισμό της λειτουργίας των στομάτων των φύλλων εξετάζεται μαζί με πρόσφατα στοιχεία σχετικά με την επίδραση των συνθηκών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Συμπληρωματικά, η σημασία των μη φυλλωδών ιστών για την απώλεια νερού συζητείται ως ένα πρόσθετο χαρακτηριστικό για τη βελτίωση των υδατικών σχέσεων. Η υπερβολική πρόσληψη όζοντος, η υψηλή σχετική υγρασία αέρα ( $\geq 85\%$ ), η χαμηλή ταχύτητα αέρα και το συνεχές φως κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας διαταράσσουν τη λειτουργία των στομάτων. Η αυξημένη ένταση φωτός, το μονοχρωματικό κόκκινο φως και η χαμηλή RH (40%) κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας διεγείρουν τη λειτουργία των στομάτων. Η μεσοπρόθεσμη έκθεση σε αυξημένη συγκέντρωση όζοντος (2 ημέρες) ή υψηλή RH (4–7 ημέρες) και η μακροπρόθεσμη έκθεση (28 ημέρες) σε χαμηλή θερμοκρασία (0,5°C) κατά τη διάρκεια της εφοδιαστικής αλυσίδας εξασθενούν τη λειτουργία των στομάτων ανάλογα με το είδος. Μη επεμβατικές τεχνικές για την αξιολόγηση της συνολικής στοματικής απόκρισης είναι διαθέσιμες. Εναλλακτικά, όταν είναι διαθέσιμα τα σχετικά κλιματικά δεδομένα πριν και μετά τη συγκομιδή, μπορεί να συναχθεί μια ένδειξη της στοματικής λειτουργίας. Με βάση αυτό, μπορούν να απομονωθούν παρτίδες με χαμηλή δυνητική διατηρησιμότητα, βοηθώντας τα πρωτόκολλα χειρισμού καθώς και τις αποφάσεις τιμολόγησης και καταλληλότητας.

[10] **Fanourakis D** (2024) A framework for identifying horticultural and breeding strategies for longer vase life. *Acta Horticulturae* 1397, 7–14.

Η ικανοποίηση του καταναλωτή βασίζεται στη μεγάλη διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής. Σε πραγματικές καταστάσεις, ο μαρasmus των κομμένων λουλουδιών είναι ένα σημαντικό σύμπτωμα που τερματίζει τη μετασυλλεκτική ζωή. Εξαρτάται από 1) την υδατική ισορροπία και 2) το κατώφλι του υδατικού δυναμικού στο οποίο τα κύτταρα ιστού (άνθους, φύλλου ή στέλεχος) χάνουν τη σπαργή. Το υδατικό ισοζύγιο είναι περαιτέρω συνάρτηση της απώλειας (I) και της πρόσληψης (II) νερού. Δυστυχώς, αυτά τα τέσσερα χαρακτηριστικά δεν έχουν αξιολογηθεί ταυτόχρονα εντός ή μεταξύ των ειδών κομμένων λουλουδιών. Επομένως, η σχετική σημασία καθώς και οι πιθανές σχέσεις ή γενικά πρότυπα παραμένουν άγνωστα. Τα αυξανόμενα στοιχεία υποδηλώνουν ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά την ανάπτυξη των φυτών επηρεάζουν τη στοματική ρύθμιση της απώλειας νερού, ενώ σχετικές μελέτες για τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά είναι ελάχιστες. Οι αυξημένοι ρυθμοί απώλειας νερού λόγω της εξασθενημένης στοματικής λειτουργικότητας εντείνουν τη συχνότητα του μαρasmus. Αυτή η αρνητική επίδραση μπορεί

να μεγιστοποιηθεί ή να παραμείνει απαρατήρητη ανάλογα με άλλες συνθήκες μετά τη συγκομιδή. Σε έναν δεδομένο γονότυπο, η ικανότητα κλεισίματος και η ανατομία των στομάτων δεν έχουν συσχετιστεί. Η ανατομία των στομάτων (πυκνότητα, μέγεθος) ρυθμίζεται κατά την ανάπτυξη των φύλλων. Αντίθετα, η λειτουργία των στομάτων μπορεί να διαταραχθεί από συγκεκριμένες συνθήκες όχι μόνο κατά την ανάπτυξη των φυτών, αλλά και σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Είναι σημαντικό ότι πρόσφατα δεδομένα εγκαταλείπουν την ιδέα ότι οι μη φυλλικοί ιστοί συμβάλλουν ασήμαντα στη διαπνοή. Η ταυτόχρονη ανάλυση των σχετικών χαρακτηριστικών μαζί με τις αντίστοιχες επιδράσεις του περιβάλλοντος ανάπτυξης αποτελούν ένα πολύτιμο πλαίσιο για τη βελτίωση της μετασυλλεκτικής διάρκειας ζωής.