



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΧΗΜΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Γεωργία Ακριβείας: Οι νέες τεχνολογίες βιομοριακής ανάλυσης υψηλής-απόδοσης στον έλεγχο ποιότητας της καλλιέργειας και του προϊόντος/τροφίμου

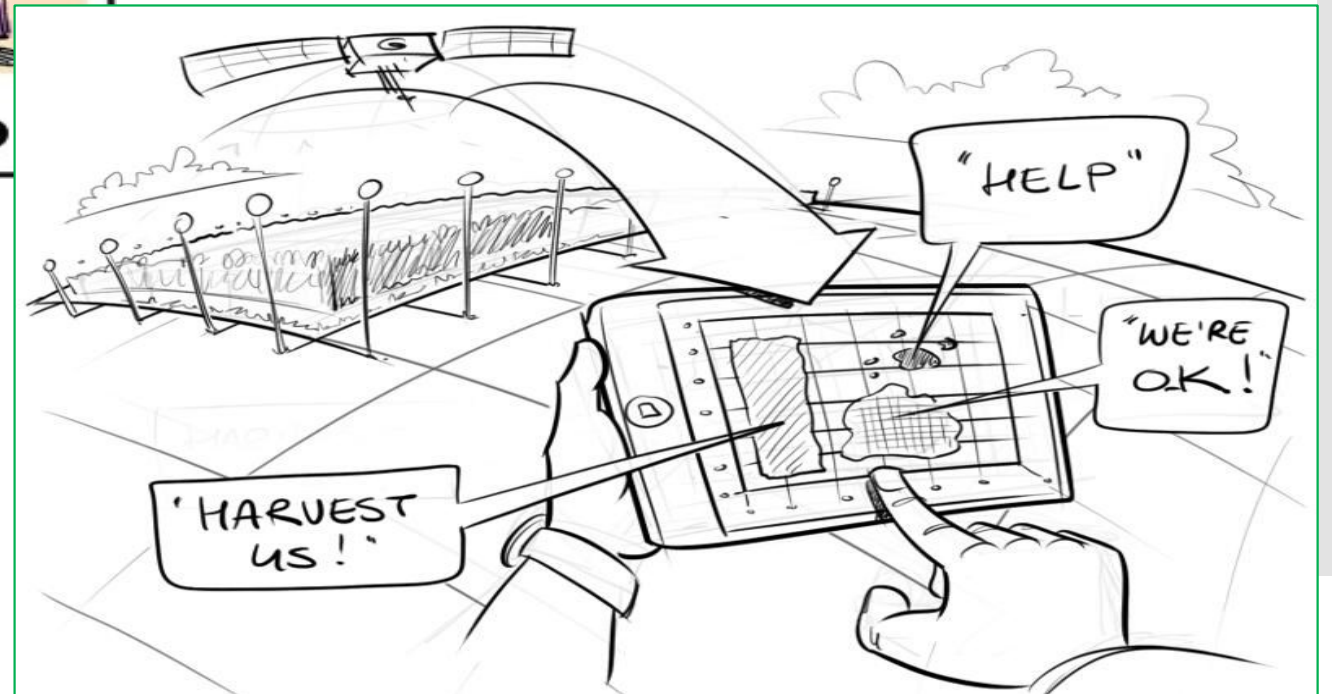
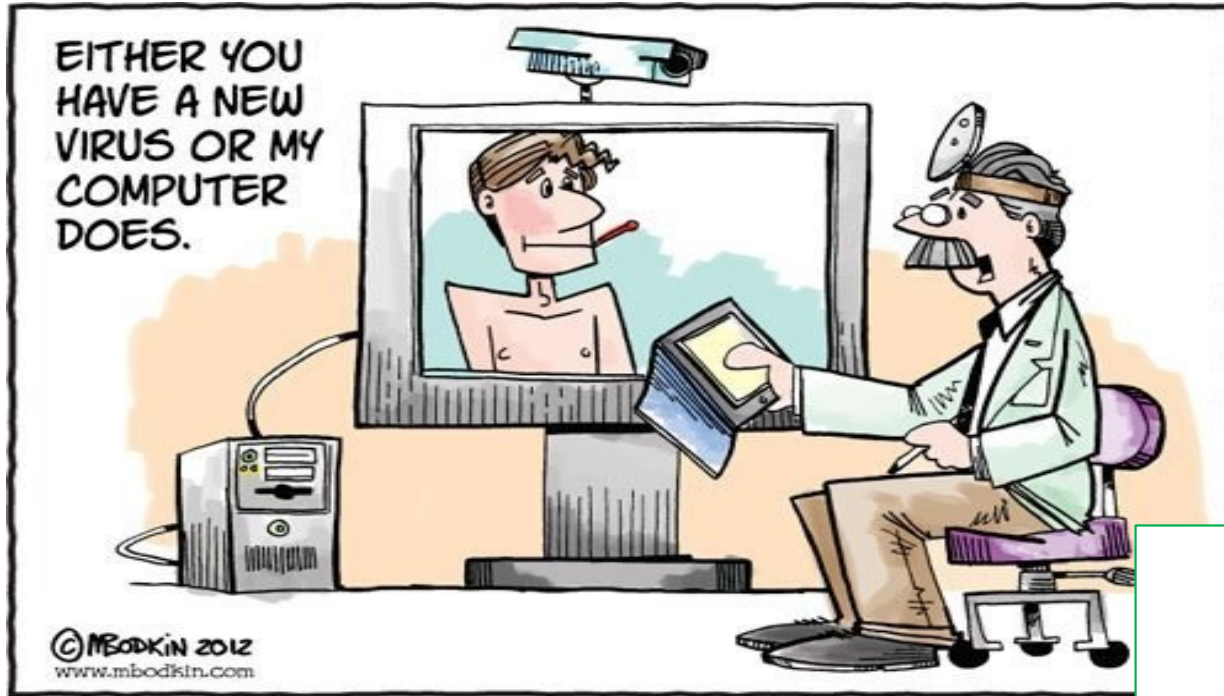
ΜΑΡΙΑ Ι. ΚΛΑΠΑ

Εργαστήριο Μεταβολικής Μηχανικής & Συστημικής Βιολογίας
Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής
Ίδρυμα Τεχνολογίας & Έρευνας
ΙΤΕ/ΙΕΧΜΗ, Πάτρα



ΗΜΕΡΙΔΑ
«Σύγχρονες Τάσεις στην
Επιστήμη των Τροφίμων & τη
Διατροφή του Ανθρώπου»
ΕΑΠ 06.12.2023

Η Επανάσταση στις Βιοεπιστήμες – Βιοτεχνολογία είναι εδώ!



Παράγοντες Καταπόνησης των Φυτών

Αβιοτικοί παράγοντες

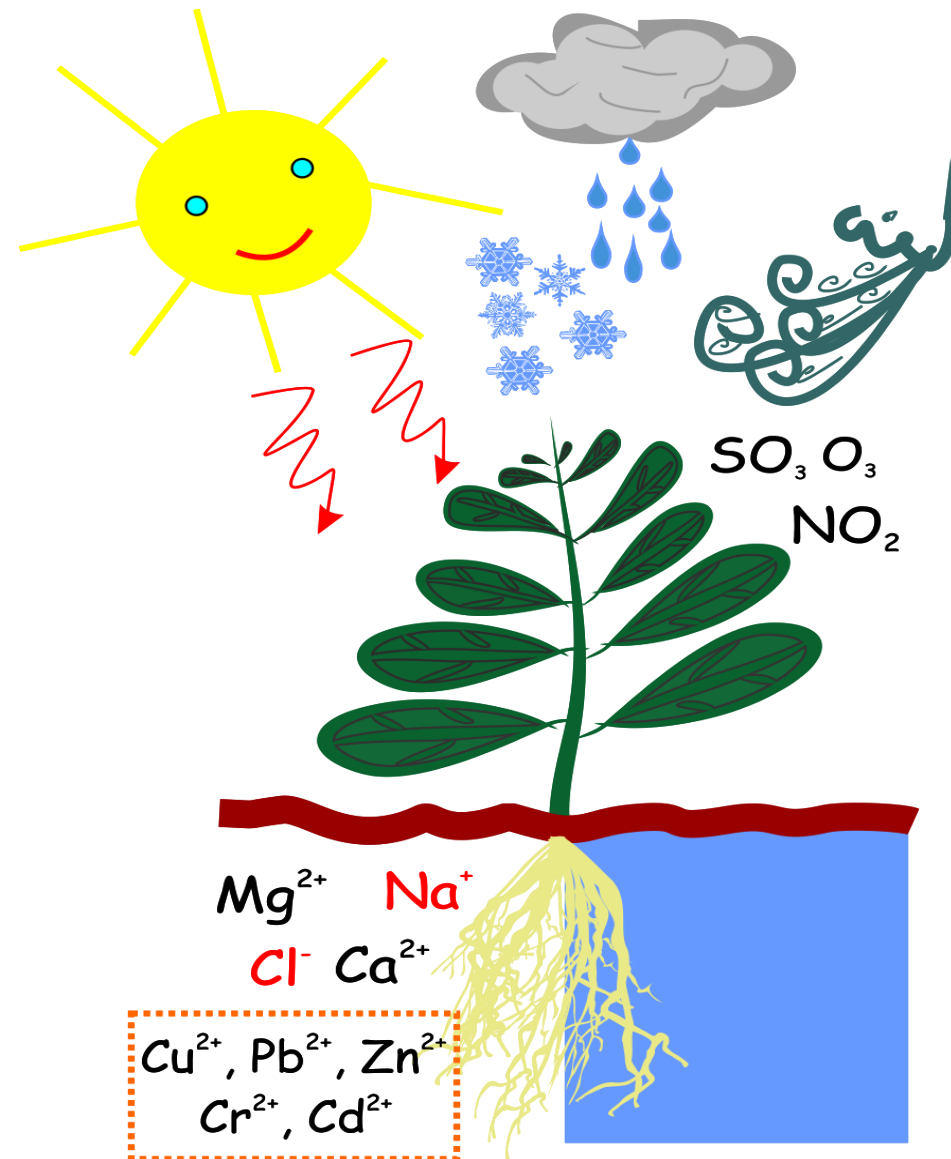
- Ξηρασία
- Αλατότητα
- Θερμοκρασία (υψηλή/χαμηλή)
- Ακτινοβολία
- Υποξία
- Οξειδωτική καταπόνηση
- Μηχανική καταπόνηση
- Βαρέα μέταλλα
- Περιβαλλοντικοί ρύποι



**Μειωμένη αγροτική παραγωγή
Συσχέτιση με κλιματικές αλλαγές**

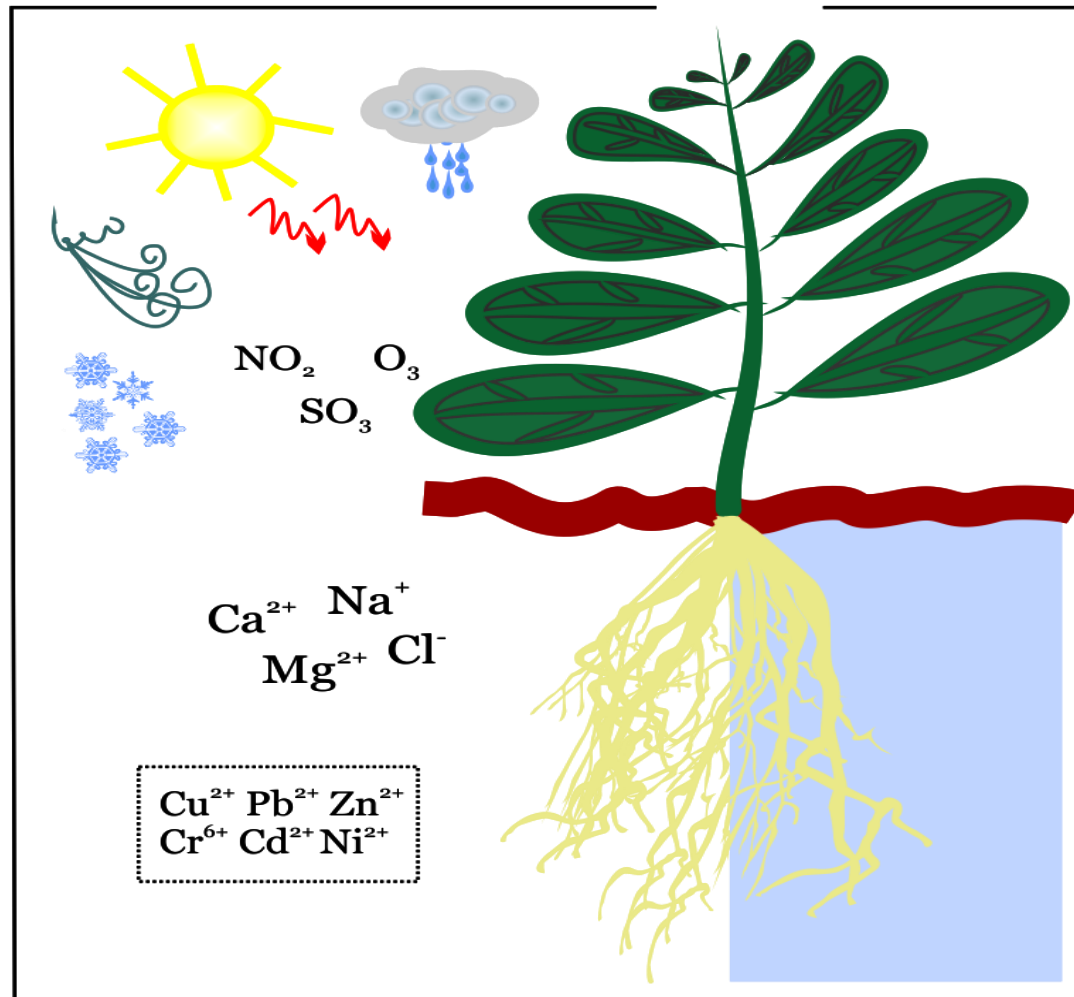
Βιοτικοί παράγοντες

- Παθογόνα
- Έντομα
- Σκώληκες
- Ζώα
- Ιοί

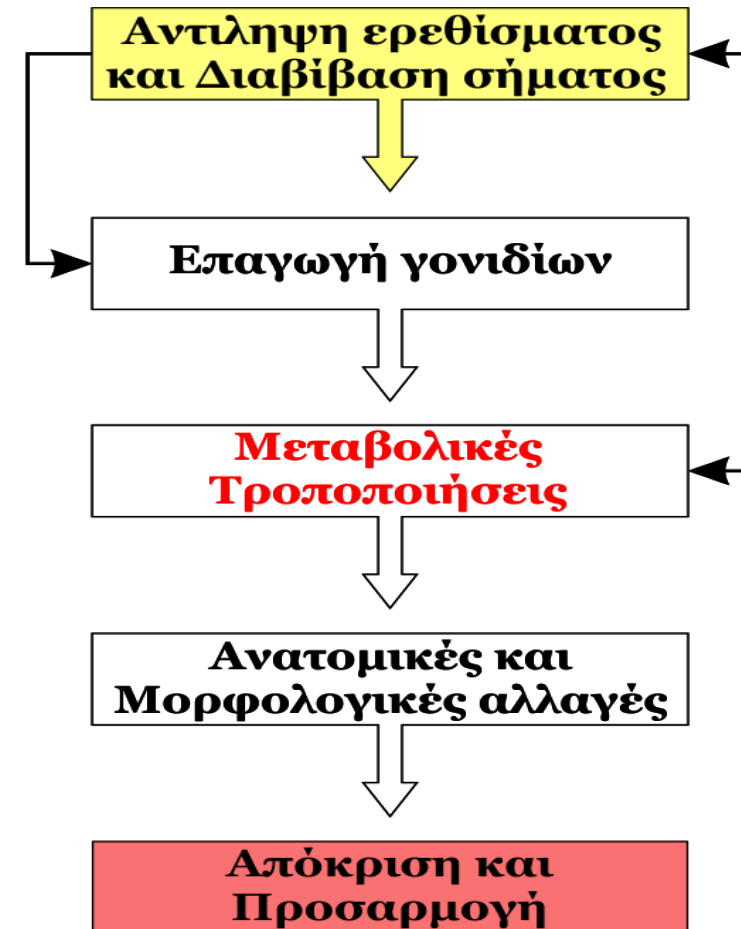


Απόκριση Φυτών στην Καταπόνηση

Αβιοτικές καταπονήσεις

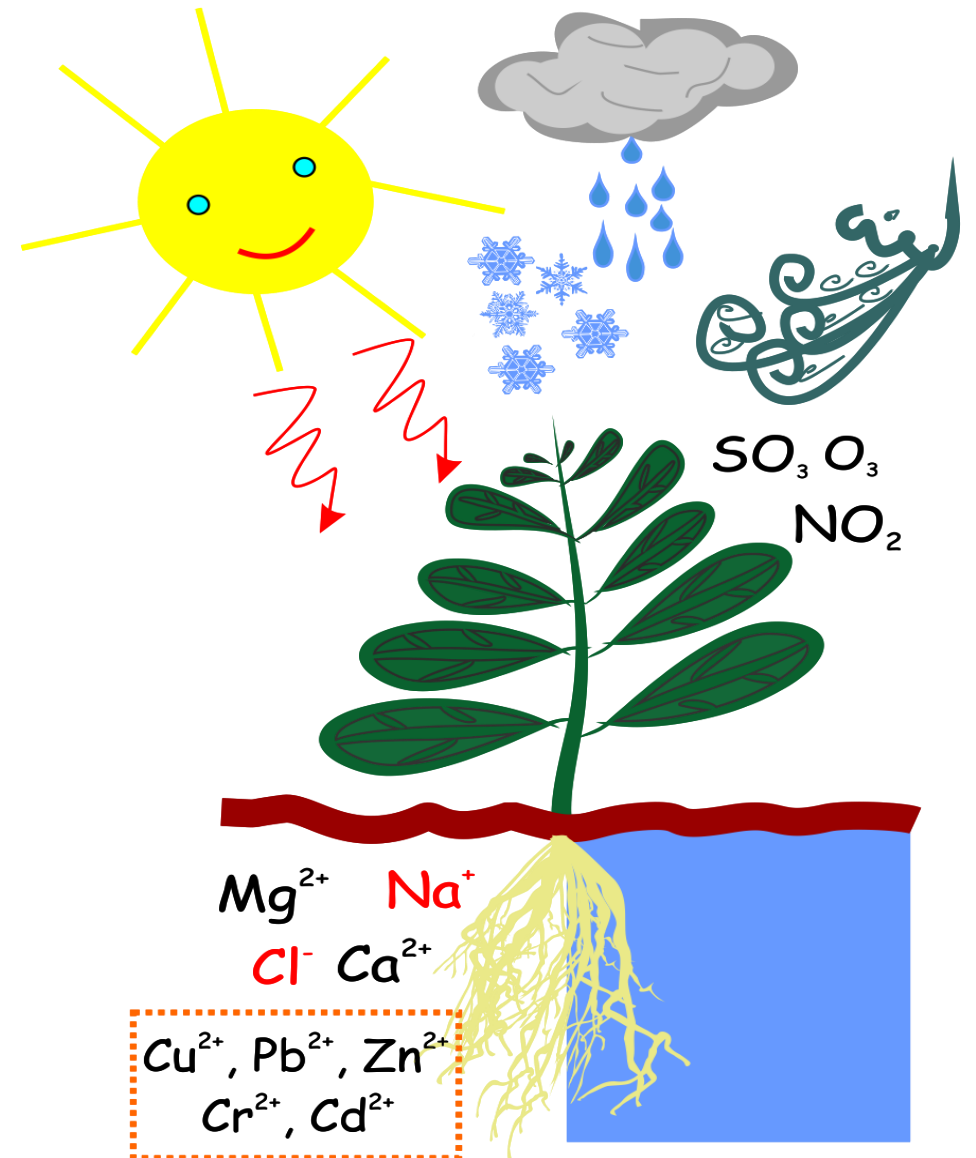


Απόκριση φυτών



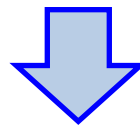
Καταπονήσεις στα φυτά: Μπορούμε ... (;)

- ...να τις εντοπίσουμε πριν γίνουν άμεσα εμφανή τα αποτελέσματά τους στον μακροσκοπικό φαινότυπο των φυτών ώστε να προλάβουμε την αντιμετώπισή τους;
- ...να κατανοήσουμε τους μηχανισμούς επίδρασής τους στη φυσιολογία των φυτών ώστε να σχεδιάσουμε τρόπους αντιμετώπισής τους & βελτίωσης της καλλιέργειας & τους προϊόντος;
- ...να συστηματικοποιηθεί η γεωργική καλλιέργεια και να προτυποποιηθεί η ποιότητα των αγροτικών προϊόντων;



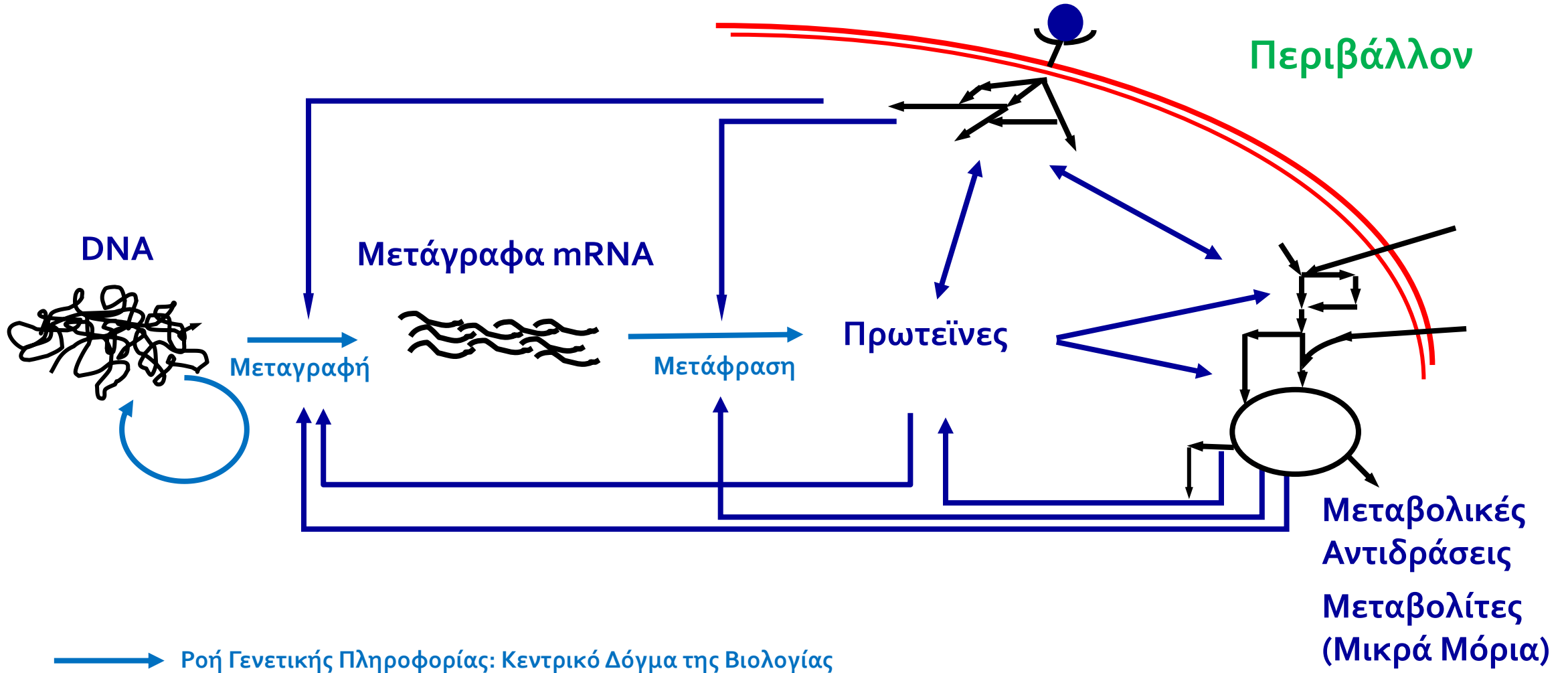
Συστημική Αγροβιοτεχνολογία

- Οι νέες τεχνολογίες βιομοριακής ανάλυσης υψηλής απόδοσης (ή αλλιώς **ομικές αναλύσεις**) μπορούν να παρέχουν υψηλής – ευαισθησίας & ακρίβειας εργαλεία παρακολούθησης της φυσιολογίας των φυτών
- Η **ολιστική** θεώρηση της φυσιολογίας των φυτών που μας παρέχουν οι αναλύσεις αυτές μπορούν να συμβάλουν στην κατανόηση των μηχανισμών καταπόνησης και στον σχεδιασμό κατάλληλων τρόπων αντιμετώπισής τους



Ανάπτυξη προτυποποιημένων μεθόδων παρακολούθησης και ελέγχου ποιότητας της καλλιέργειας και του τελικού προϊόντος

Σχηματική Αναπαράσταση της διασυνδεσιμότητας μεταξύ κύριων κατηγοριών βιομορίων και βιοδιεργασιών μέσα στο κύτταρο: Ο ρόλος του μεταβολισμού



Ζήτω η Επανάσταση! Το κύτταρο σαν ένα δίκτυο βιομοριακών δικτύων

Προφίλ Φυσιολογίας - Νόσησης
Σύνολο Φαινοτύπων/Νοσημάτων
(Φαίν-ωμα / Νοσήσ-ωμα)

Ενεργό
Δίκτυο Φαινοτύπων/Νοσημάτων

Μεταβολ(ομ)ικό Προφίλ
Μεταβόλ-ωμα

Ενεργό
Μεταβολικό Δίκτυο

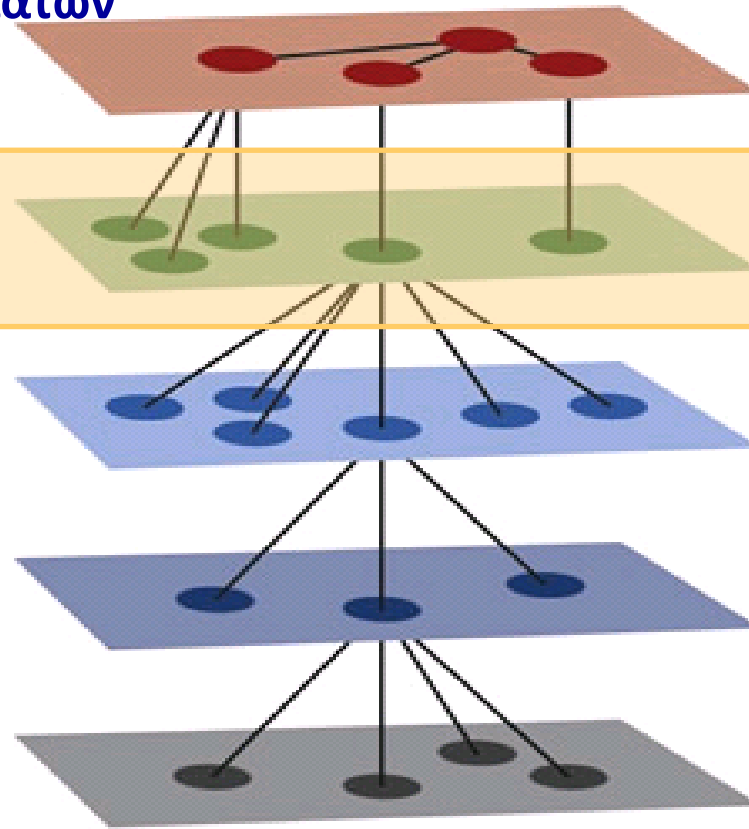
Πρωτεϊνικό Προφίλ
Πρωτε(ϊν)-ωμα

Ενεργό
Δίκτυο Πρωτεϊνικών
Αλληλεπιδράσεων

Μεταγραφικό Προφίλ
Μεταγράψωμα

Ενεργό
Δίκτυο Γονιδιακής Ρύθμισης

Επιγονιδιωματικό Προφίλ
Γονιδίωμα



Μεγάλη Αλλαγή στην Αντιμετώπιση/Επίλυση Βιολογικών Προβλημάτων:

Στοχεύουμε στην κατανόηση της δομής και ρύθμισης των βιομοριακών δικτύων

Η Βιολογία γίνεται Επιστήμη Δεδομένων – Ποσοτική Επιστήμη (Μαθηματική Μοντελοποίηση / AI)

Μέθοδος Παρακολούθησης της Φυσιολογίας των Φυτών: Συλλογή Φύλλων

Φυτά σε φυσιολογικές
συνθήκες ανάπτυξης



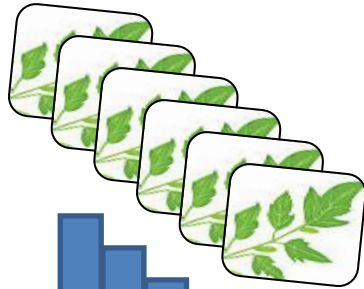
Φυτά σε συνθήκες
καταπόνησης



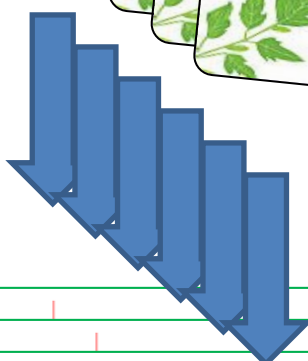
Συλλογή φύλλων από τα φυτά των δύο
καλλιεργειών σε τακτά διαστήματα καθόλη τη
διάρκεια της καλλιέργειας

Μεταβολομική Ανάλυση στη Συστημική Βιολογία Από το φύλλο στο ανακατασκευασμένο μεταβολικό δίκτυο

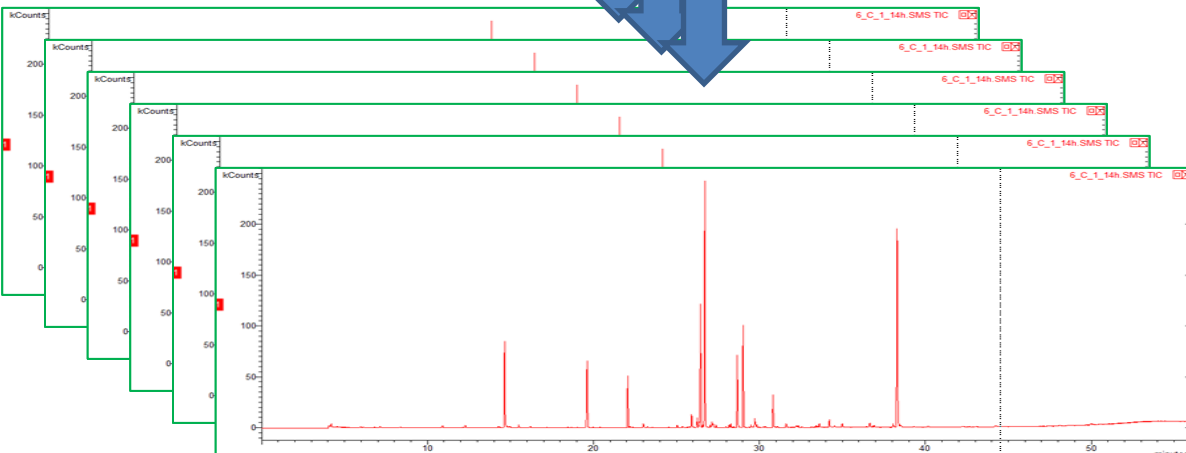
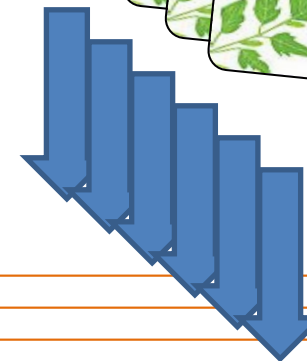
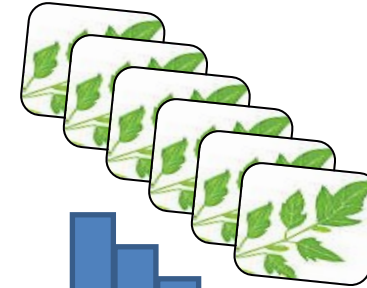
Φυτά σε φυσιολογικές
συνθήκες ανάπτυξης



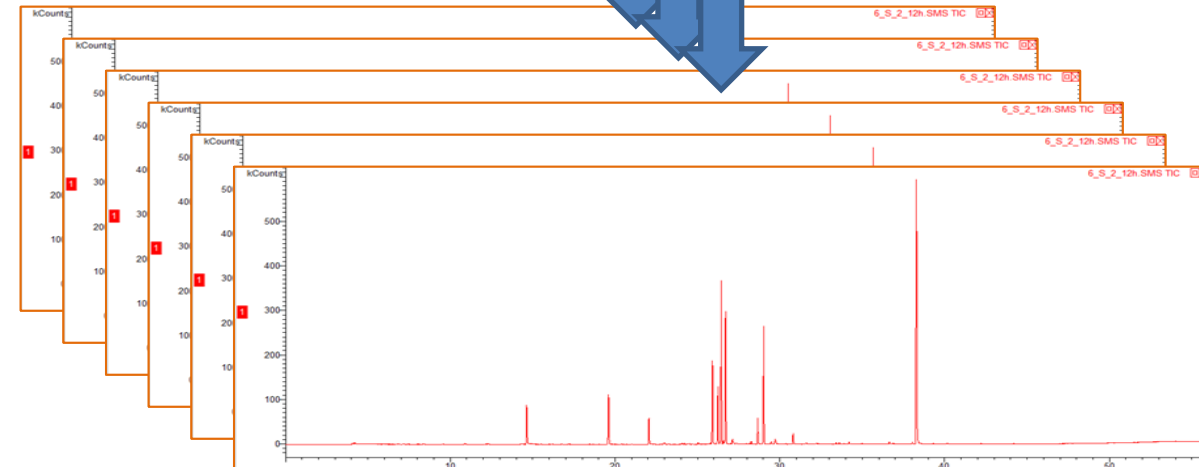
Σύγκριση μεταβολικών προφίλ φύλλων
μεταξύ συνθηκών ανάπτυξης και χρόνου
συλλογής του φυτικού ιστού



Φυτά σε συνθήκες
καταπόνησης



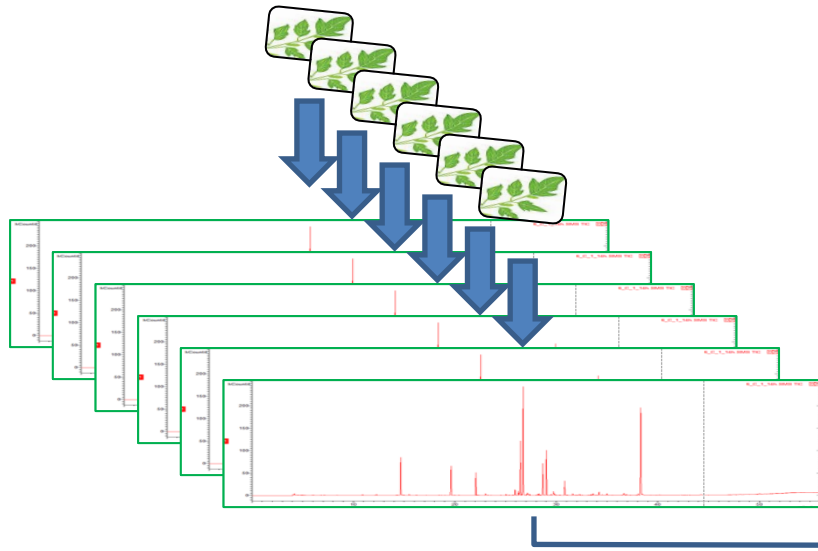
Μεταβολικό Προφίλ Φύλλου



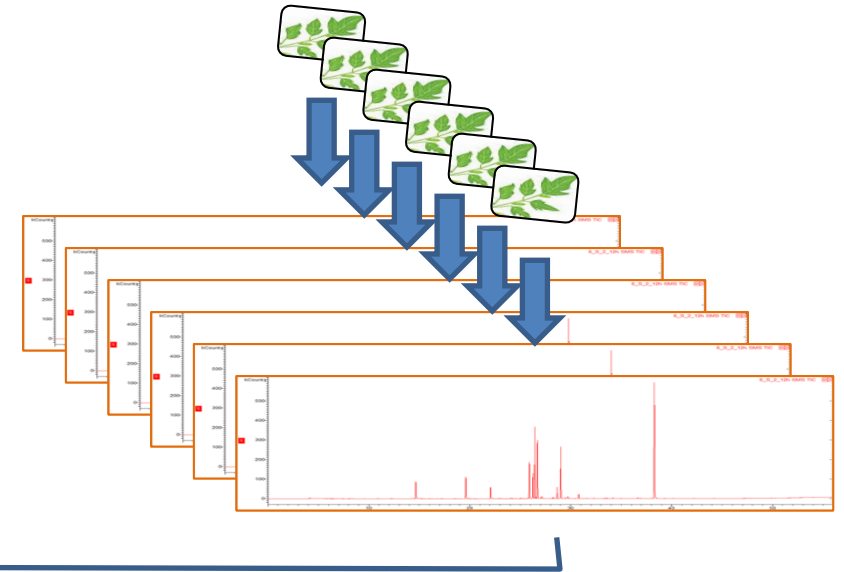
Μεταβολικό Προφίλ Φύλλου

Από το Φύλλο στο μεταβολικό προφίλ = προφίλ σχετικής αφθονίας των ελεύθερων μικρών μορίων - μεταβολιτών

Φυτά σε φυσιολογικές συνθήκες ανάπτυξης

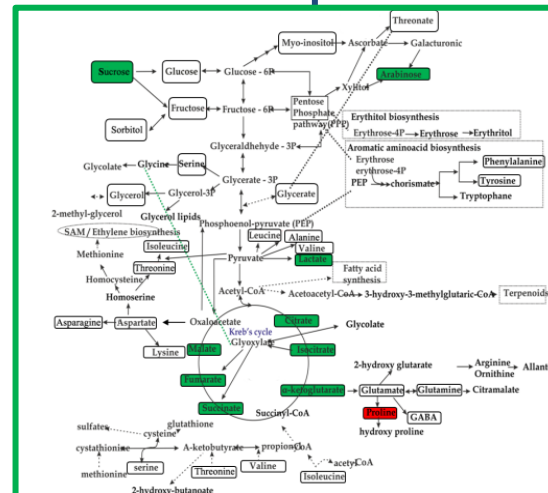


Φυτά σε συνθήκες καταπόνησης



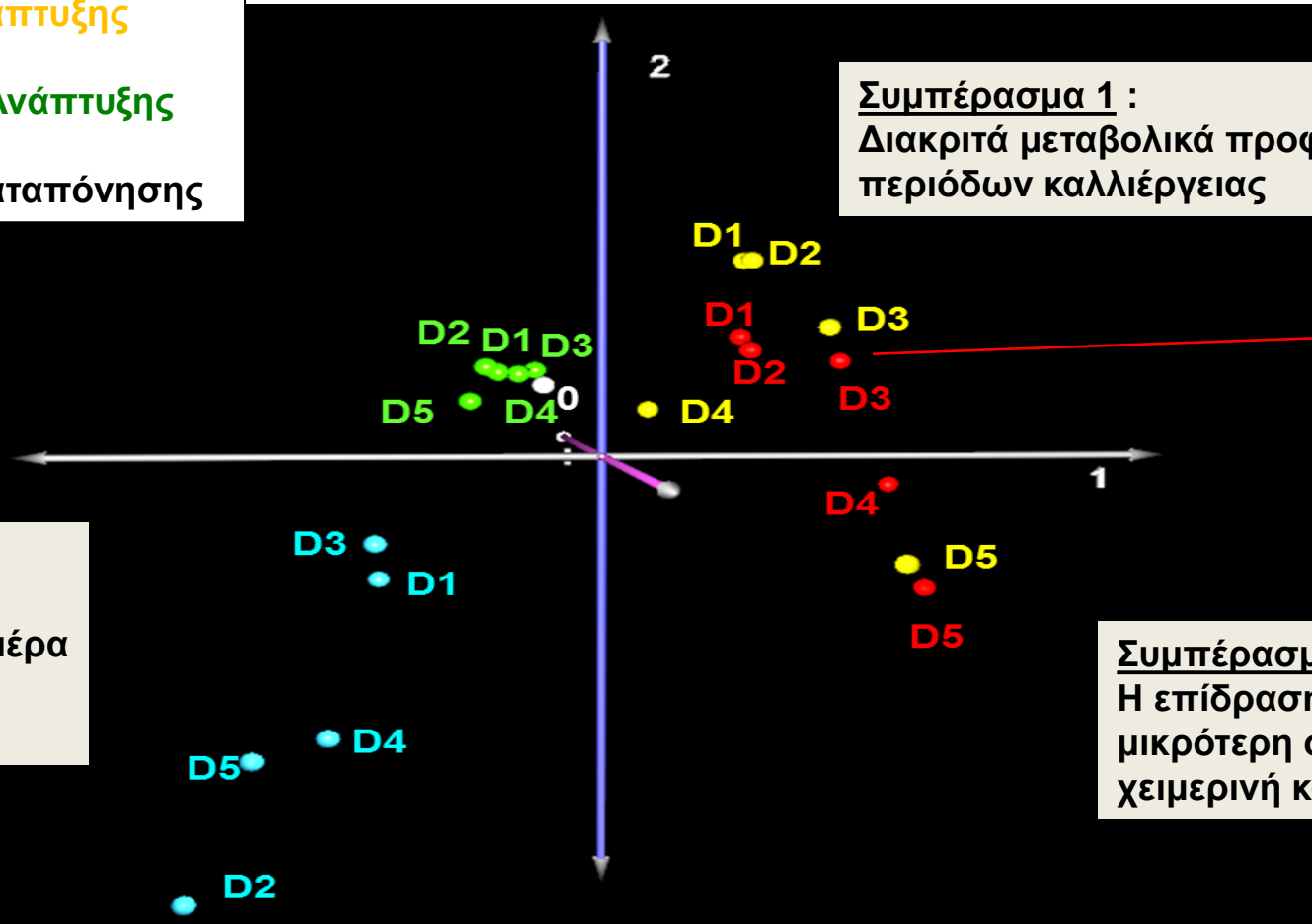
Διαφορές στη μεταβολική φυσιολογία
Συμπεράσματα για τους μηχανισμούς
καταπόνησης

Προτάσεις για πιθανούς τρόπους
αντιμετώπισης των αρνητικών
αποτελεσμάτων στα φυτά



Εφαρμογή της μεθόδου στην παρακολούθηση της φυσιολογίας υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας σε εμπορικό θερμοκήπιο σε συνθήκες υψηλής αλατότητας – Χειμερινή ως προς Εαρινή Καλλιέργεια

Εαρινή Φυσιολογικές Συνθήκες Ανάπτυξης
Εαρινή Υψηλή Αλατότητα
Χειμερινή Φυσιολογικές Συνθήκες Ανάπτυξης
Χειμερινή Υψηλή Αλατότητα
D1-5: Ημέρα μετά την έναρξη της καταπόνησης



Εφαρμογή της μεθόδου στη σύγκριση των χαρακτηριστικών του καρπού τομάτας μεταξύ διαφορετικών ποικιλιών



1. Πανταρόζα Κόκκινη
2. Πανταρόζα Ροζ
3. Άσπρος λωτός
4. Λεμόνι
5. Καρδιά Βοδιού

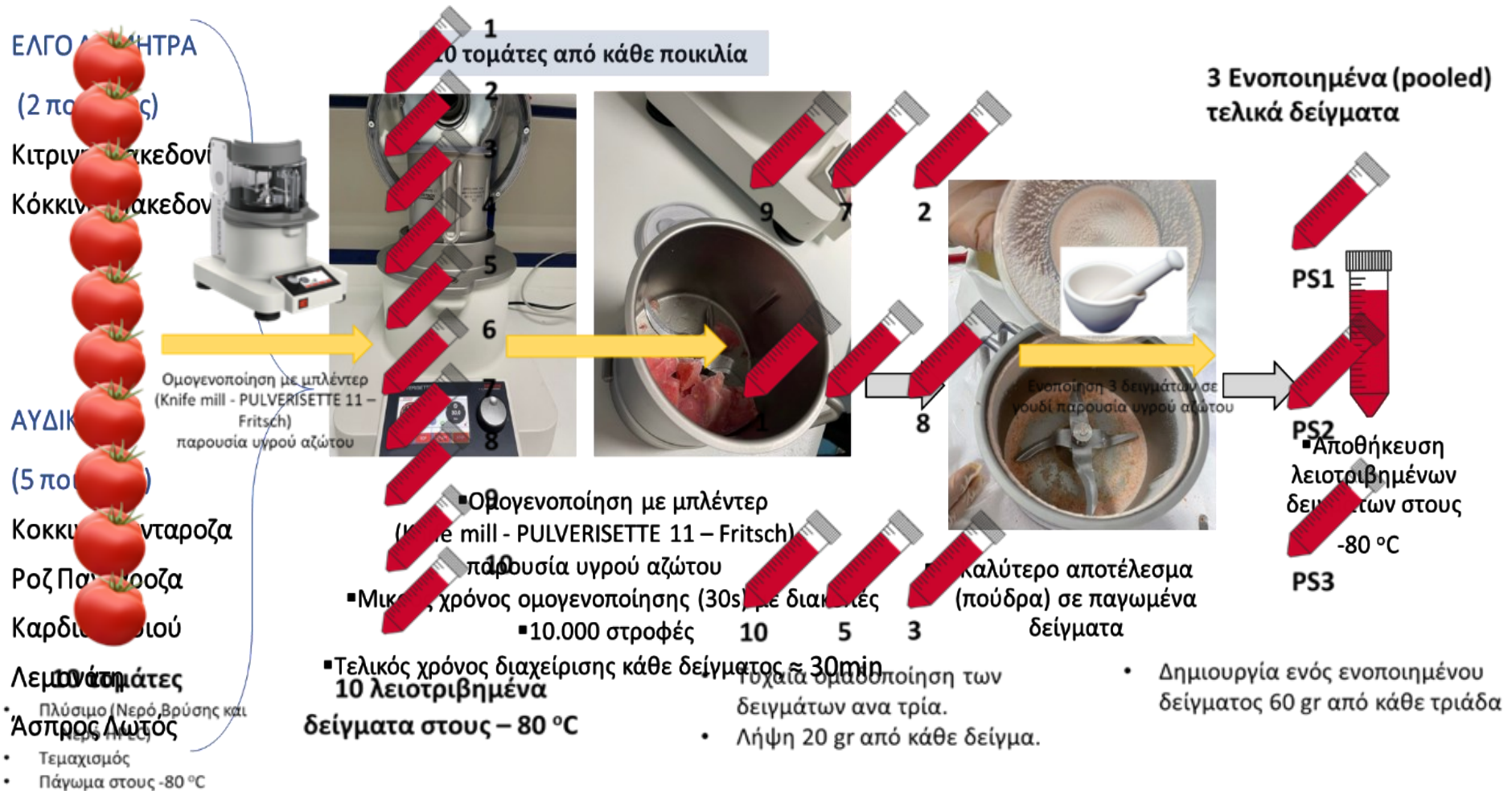
Φυτώριο Αυδοίκος ΑΠΘ



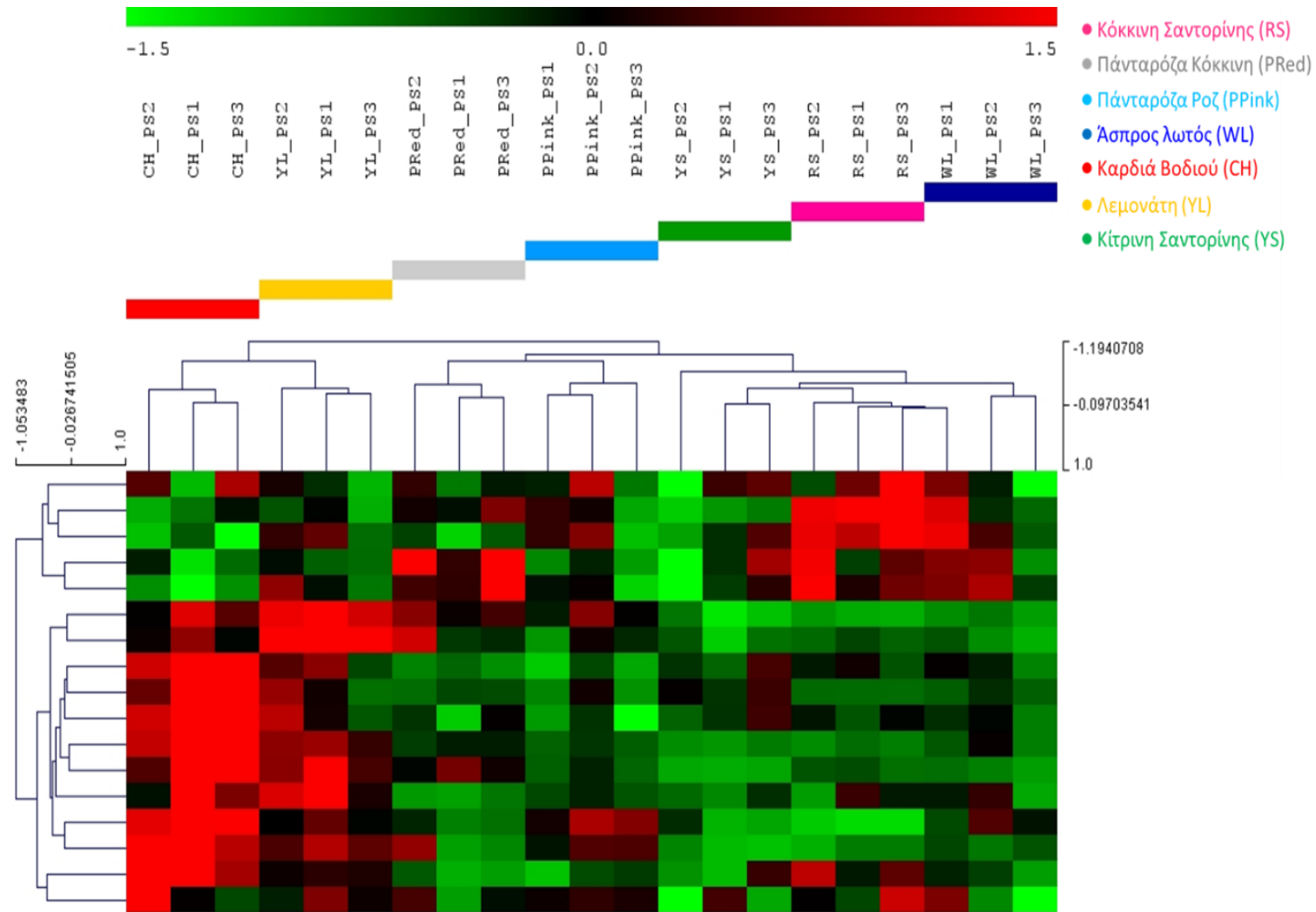
1. Κίτρινη Σαντορίνης (YS)
2. Κόκκινη Σαντορίνης (RS)

ΕΛΓΟ Δήμητρα

Ανάπτυξη πρωτοκόλλου χειρισμού του καρπού



Διακριτό Προφίλ Αμινοξέων Μεταξύ των Ποικιλιών



Η Μεταβολομική & οι ολιστικές προσεγγίσεις της Συστημικής Βιολογίας μπορούν να βελτιώσουν δραστικά τις μεθόδους και τεχνικές παρακολούθησης και πιστοποίησης της καλλιέργειας και του αγροτικού προϊόντος στην Αγροβιοτεχνολογία και Αγροδιατροφή

Αγροβιοτεχνολογία/Γεωργία Ακριβείας

Μονάδα Μεταβολομικής Ανάλυσης με Φασματομετρία Μάζας @ ΙΤΕ/ΙΕΧΜΗ



GC- (ion trap) MS



GC- (triple quad) MS



LC - MS

- Πιστοποίηση ISO9001:2015 στις Μεταβολομικές & Βιοπληροφορικές Αναλύσεις (2022-2023)

Σήμερα η μόνη πιστοποιημένη εργαστηριακή μονάδα σε αναλύσεις μεταβολομικής στη χώρα

- Αναπτύσσει **προτυποποιημένα εργαλεία και πρωτόκολλα** για μη στοχευμένη μεταβολομική ανάλυση με φασματομετρία μάζας για **διάφορα βιολογικά συστήματα και πειραματικές διατάξεις** στο πλαίσιο εθνικών και διεθνών συνεργασιών

Methods Mol Biol. 1738:133-147 (2018)

- Συμμετοχή σε **Εθνικές και Ευρωπαϊκές Υποδομές** για εναρμόνιση πειραματικών και υπολογιστικών πρωτοκόλλων με βάση διεθνή πρότυπα

- Expert Center for Metabolomics – EXCEMET (2015) (σε σύνδεση με BBMRI-ERIC)
- European Metabolomics Institute (EMI) Foundation (Ιδρυτικό μέλος από το 2018)
- National Infrastructures: INSPIRED (Δομική Βιολογία) & EATRIS-GR (Μεταφραστική Ιατρική)
- Συντονίζει το ELIXIR-GR στην Κοινότητα Μεταβολομικής του ELIXIR– συ-Συντονίστρια της Κοινότητας από το 2022



Επικοινωνία

Μαρία Ι. Κλάπα, Χημικός Μηχανικός, Διευθύντρια Ερευνών, Επικεφαλής Εργαστηρίου
mklapa@iceht.forth.gr (2610-965249) &

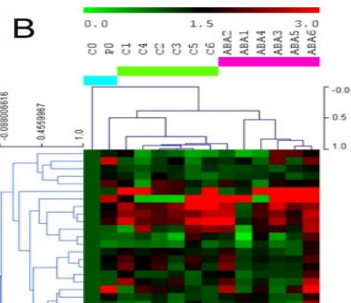
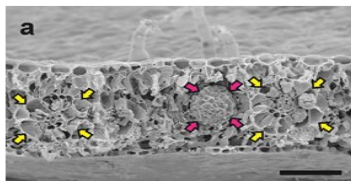
Γεωργία Τοουλάκου, Γεωπονική Βιοτεχνολόγος, Συνεργαζόμενη Ερευνήτρια, ΕΔΙΠ ΓΠΑ
geortoo@gmail.com (2610-965239)

Εργαστήριο Μεταβολικής Μηχανικής & Συστημικής Βιολογίας, ΙΤΕ/ΙΕΧΜΗ
οδός Σταδίου, Πλατάνι, 265 04, Πάτρα

MESBL
Metabolomic
Analysis
Applications
2011-2022

Agrobiotechnology
Nutrition
Biodiversity
Applications

Metabolomics supports calcium oxalate crystals as CO₂ source of in stressed plants : Alarm Photosynthesis

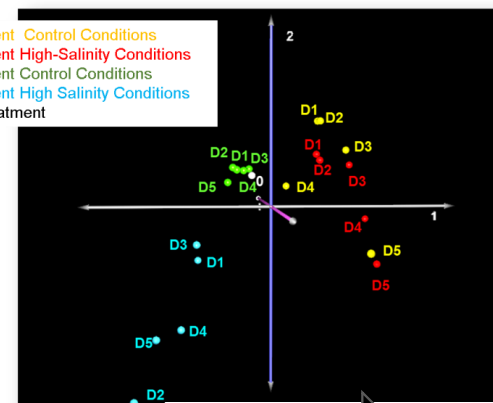


Collaboration with AUA,
Prof. G. Karabourniotis

Tooulakou PhD Thesis (2014)
Tooulakou et al. *Plant Physiol.*
171: 2577 (2016)
Tooulakou et al. *Plant Signal Behav.*
11:e1215793 (2016)
Tooulakou et al. *Physiol Plant.*
166:862-872 (2019)

Metabolomics in Precision Agriculture & Nutrition: as a crop and product quality monitoring & evaluation tool

Spring Experiment Control Conditions
Spring Experiment High-Salinity Conditions
Winter Experiment Control Conditions
Winter Experiment High Salinity Conditions
D1-5: Day of treatment



ΦΥΤΟΑΛΑΤΟΤΗΤΑ // PHYTOALATOTITA 09SYN-22-797
ΚΡΗΠΙΣ/ΒΙΟΣΥΣ // KRIPIS- BIOSYS

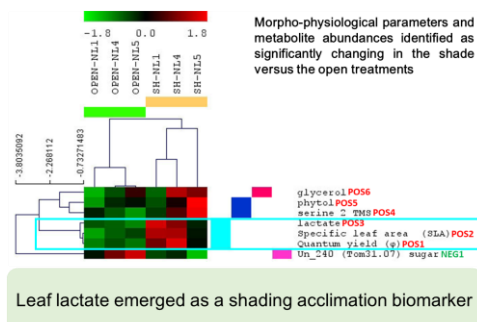
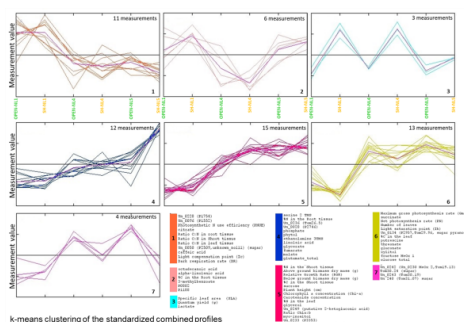


ΒΙΤΑΔ // BITAD MIS 5002469
ΝΤΟΜΑΤΟΜΙΧΣ Τ1ΕΔΚ- 04134



ΥΠΟΤΡΟΦΙΑ ΑΡΙΣΤΕΙΑΣ
ΜΕΤΑΔΙΔΑΚΤΟΡΑ 2015-16
(SIEMENS) - ΑΓΡΟΤΟΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Eco-metabolomics: Integrated Eco-physiological & Metabolic Profiling of amphibious plant *B. umbellatus*



Collaboration with
Aarhus U., Denmark

Frontiers in Plant Science 581787 (2020)

Snake Venom Metabolomics

- Endemic Species of the Peloponnese
(with Biology Dept, U. of Patras)



- EUVEN – COST Action 19144
“Modern Venomics” *GigaScience* 11: giac048 (2022)