

# Βιοδιεγέρτες: Μία Νέα Τεχνολογία για την Ενίσχυση της Ανάπτυξης των Φυτών ακόμα και σε Συνθήκες Καταπόνησης



2<sup>η</sup> ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΚΔΕΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΕΞΟΤΕΛΕΣΜΟΥ & ΕΦΟΔΙΩΝ

**9<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ**

Οι νέες τεχνολογίες ως μοχλός βιώσιμης ανάπτυξης της γεωργίας

22-23|10|2022

Συνεδριακό Κέντρο "Ν.Γερμανός"  
ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΚΔΕΣΙΑΚΟ & ΣΥΝΕΔΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ

ΜΕ ΤΗΝ ΑΓΓΛΙΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΤΡΑΠΕΖΑ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΑΓΡΟΤΕΧΝΙΚΗΣ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΓΑΛΛΙΚΗΣ ΠΡΟΤΕΣΤ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΤΟΥΤΟΥ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΠΡΟΤΕΣΤ  
ΔΕΘ ΗΕLEXPO

Αικατερίνη Καραμανώλη

Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας  
Τμήμα Γεωπονίας  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Email: [katkar@agro.auth.gr](mailto:katkar@agro.auth.gr)



## Τι είναι οι βιοδιεγέρτες

- Μεμονωμένες ουσίες, μίγματα και υλικά, όπως εκχυλίσματα φυκών, υδρολύματα πρωτεϊνών, ενώσεις πυριτίου, φουλβικά και χουμικά οξέα, φυτικά μέρη και εκχυλίσματα.
- Μικροοργανισμοί που προωθούν την φυτική ανάπτυξη, όπως ριζοβακτήρια που προωθούν τη φυτική ανάπτυξη (PGPR), μυκορριζικοί μύκητες.

## Τι δεν είναι οι βιοδιεγέρτες

- Δεν είναι θρεπτικά στοιχεία
- Δεν είναι ορμόνες
- Δεν είναι δραστικές ουσίες φυτοπροστασίας



# Δράση βιοδιεγερτών



**Ανεξάρτητα από την περιεκτικότητα των φυτών σε θρεπτικά**



## Βιοδιεγέρτες...Μια αρχαία τεχνική ως νέα τεχνολογία...

- ✓ Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία
- ✓ Κυκλική Οικονομία
- ✓ Μείωση Χρήσης Λιπασμάτων
- ✓ Αξιοποίηση Νέων Προϊόντων Φυσικής Προέλευσης

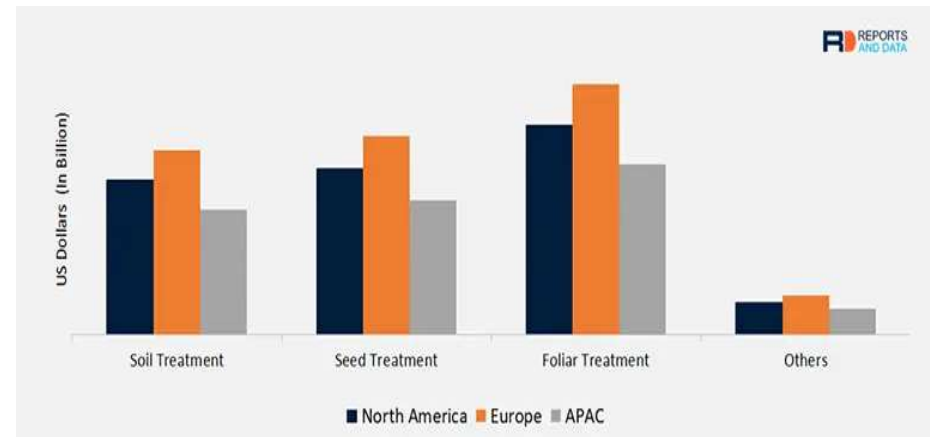


# Οι βιοδιεγέρτες στην Ευρωπαϊκή αγορά



Η χρήση των βιοδιεγερτών αυξάνεται και η αγορά των αντίστοιχων προϊόντων στην Ευρώπη εκτείνεται.

- Αυτή τη στιγμή το μερίδιο αγοράς των βιοδιεγερτών στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αγγίζει το 1 δις \$ και αυτό διαρκώς επεκτείνεται, με ρυθμό ετήσιας αύξησης 10-12% .
- Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη αναγνωρίσει τους βιοδιεγέρτες ως ξεχωριστή κατηγορία προϊόντων λίπανσης στο σχετικό κανονισμό (ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ(ΕΕ) 2019/1009) που τέθηκε σε ισχύ τον Ιούλιο 2022.



<https://www.reportsanddata.com/report-detail/agriculture-biostimulants-market>





Στον κανονισμό 2019/1009 που αφορά τα προϊόντα λίπανσης, εντάσσονται οι βιοδιεγέρτες οι οποίοι διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες:

**(i)** βιοδιεγέρτες με μικροοργανισμούς

**(ii)** βιοδιεγέρτες χωρίς μικροοργανισμούς

και θεσπίζονται ρυθμίσεις για εναρμόνιση κανόνων που αφορούν στην τοποθέτηση αυτών των προϊόντων στην αγορά των επιμέρους κρατών μελών.

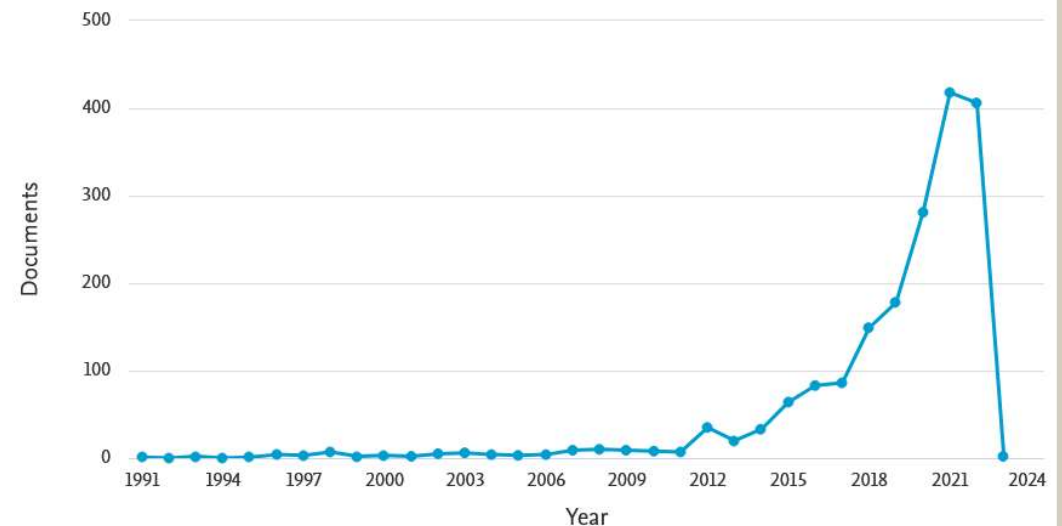


# Η σχετική έρευνα συνεχώς εντείνεται

Λέξη κλειδί: **biostimulants**

- 22.900 λύματα στο μελετητή google scholar
- 1759 επιστημονικές εργασίες στη βάση δεδομένων SCOPUS (1991 -2022)
  - **824** από αυτές δημοσιεύτηκαν μεταξύ **2021 -2022!**

Documents by year



## Πειραματισμός ελέγχου δράσης ως βιοδιεγέρτες

- ✓ Διαφόρων υλικών π.χ. εκχυλίσματα από φύκη, φυτικά μέρη και εκχυλίσματα , ενώσεις πυριτίου, υδρολύματα πρωτεϊνών κλπ.
  - ✓ Ριζοβακτηρίων που ενισχύουν τη φυτική ανάπτυξη (PGPR).
- Σε κανονικές συνθήκες ανάπτυξης
  - Σε συνθήκες καταπόνησης

## Διερεύνηση σε

- Αγρονομικά χαρακτηριστικά
- Φωτοσυνθετικές παράμετροι (καθαρή φωτοσύνθεση, φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα, περιεχόμενο χλωροφύλλης)
- Υδατική οικονομία στο φυτό
- Δραστικά βιομόρια (οσμολύτες, ορμόνες, φαινολικές ενώσεις κλπ)
- Οξειδοαναγωγική ομοιόσταση (ανιοξειδωτική δράση, υπεροξειδωση μεμβρανών)
- Μεταβολικό προφίλ
- .....



...Τρία παραδείγματα...



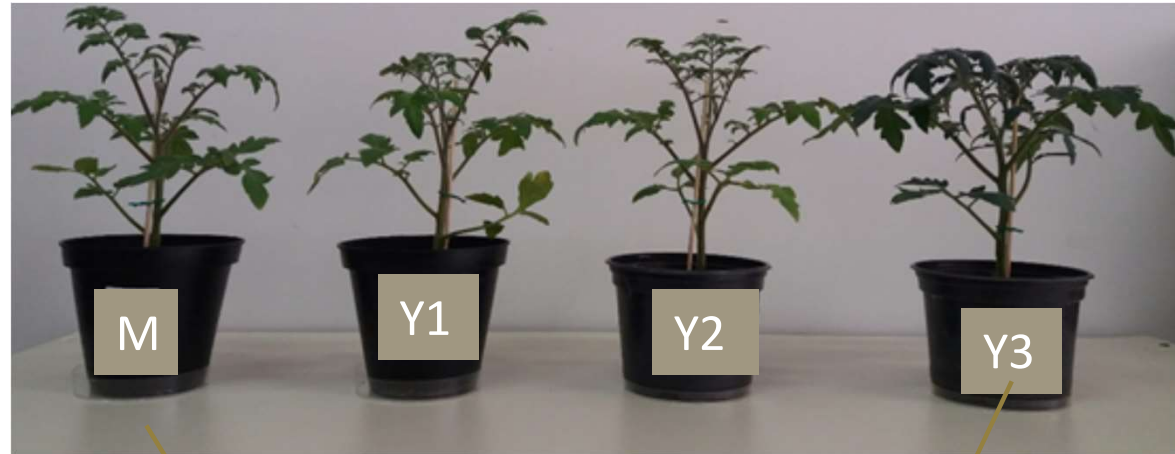


# Στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας, ΑΠΘ: Ι

Έλεγχος τριών υλικών για τη δράση τους ως βιοδιεγέρτες:

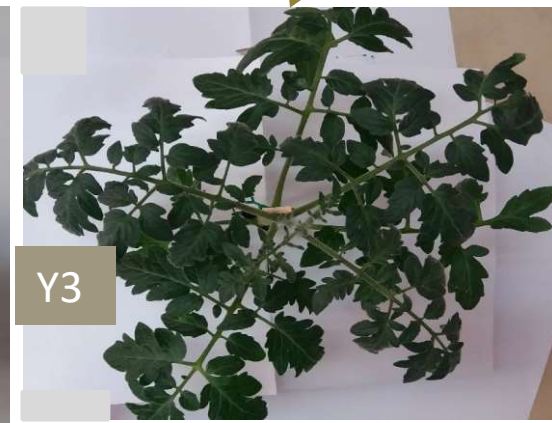
- εκχύλισμα φυκών (Y1)
- υδρόλυμα πρωτεϊνών (Y2)
- ενώσεις πυριτίου (Y3)

σε κανονικές συνθήκες ανάπτυξης.



Διερεύνηση σε

- Αγρονομικά χαρακτηριστικά
- Φωτοσυνθετικές παραμέτρους
- Υδατική οικονομία
- Κρίσιμα βιομόρια (οσμολύτες, ορμόνες, φαινολικές ενώσεις κλπ)
- Μεταβολικό προφίλ

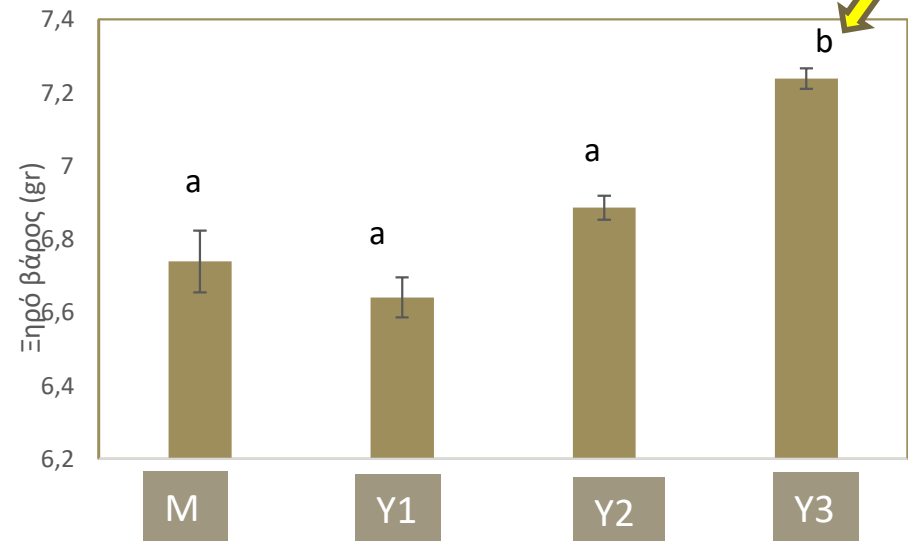
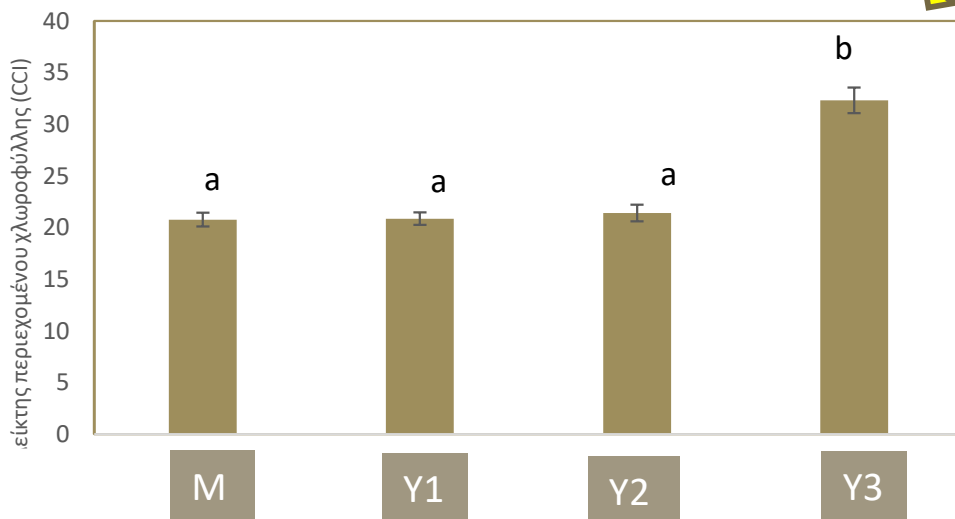
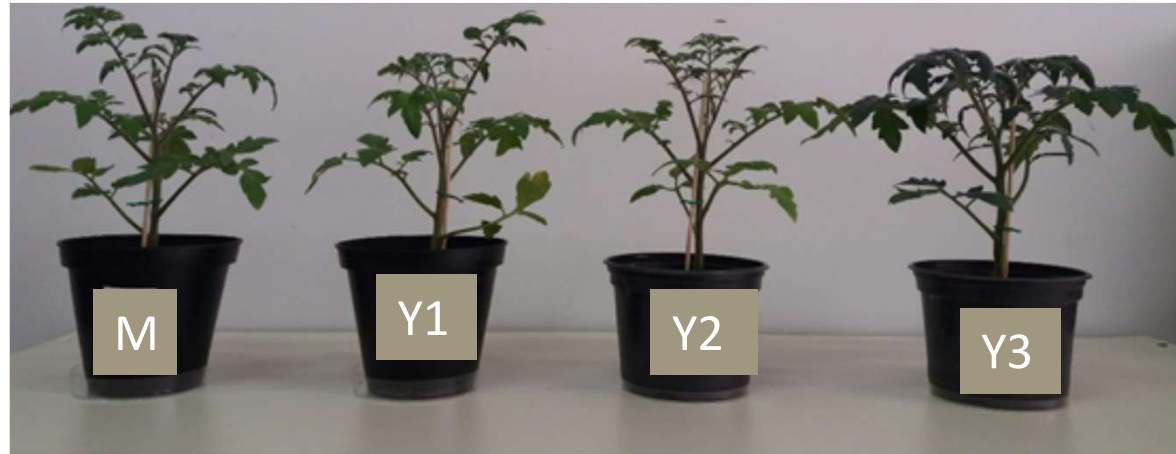


# Στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας: I

Πειραματισμός ελέγχου δράσης  
τριών υλικών ως βιοδιεγέρτες

- εκχύλισμα φυκών (Y1)
- υδρόλυμα πρωτεϊνών (Y2)
- ενώσεις πυριτίου (Y3)

σε κανονικές συνθήκες  
ανάπτυξης.

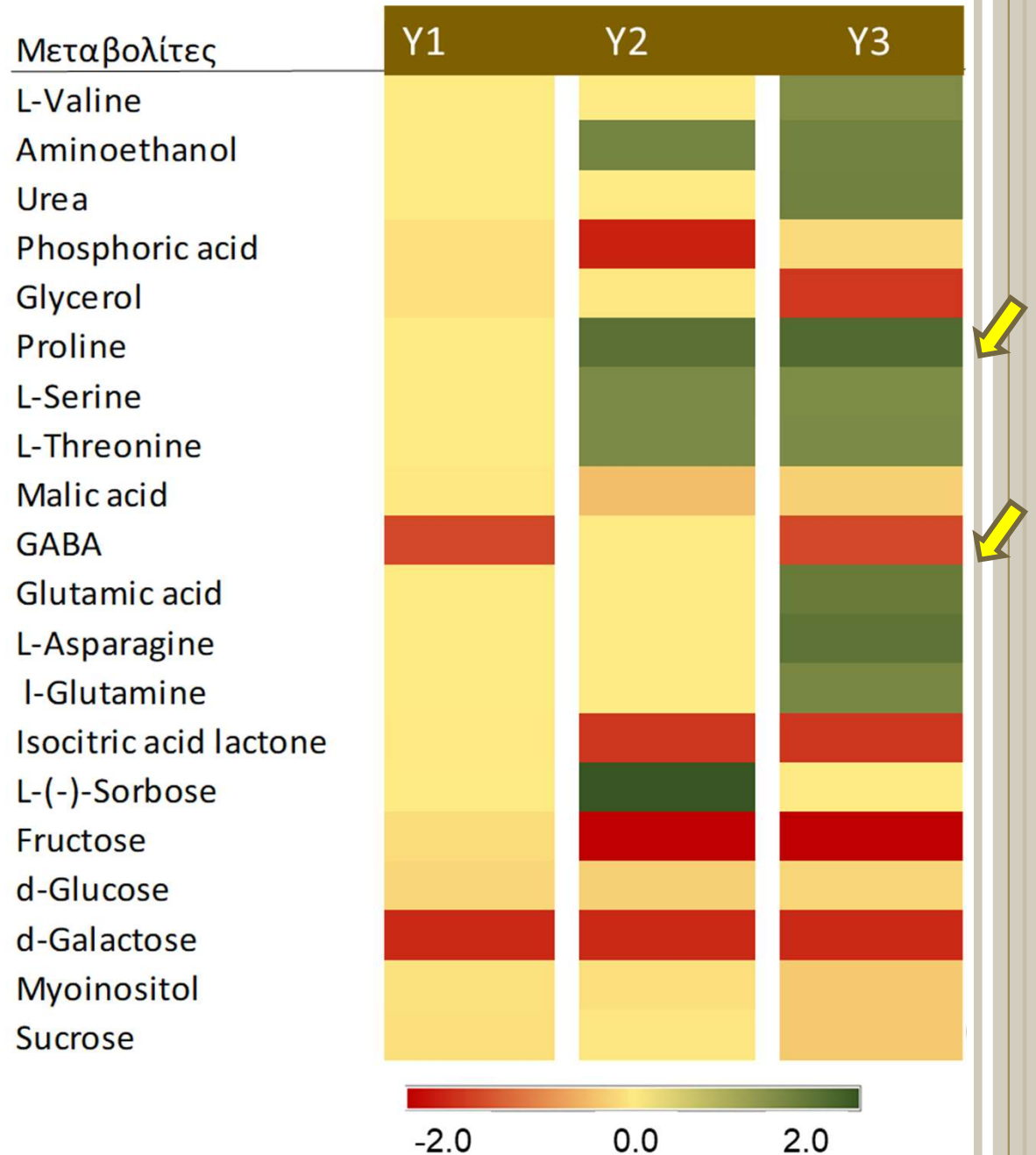


# Στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας: I

Έλεγχος τριών υλικών για τη δράση τους ως βιοδιεγέρτες:

- εκχύλισμα φυκών
- υδρόλυμα πρωτεϊνών
- ενώσεις πυριτίου

σε κανονικές συνθήκες ανάπτυξης.



## Στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας: II

Έλεγχος καλλιεγούμενων  
αρωματικών φυτών για  
τη δράση τους ως  
βιοδιεγέρτες:

σε κανονικές συνθήκες  
ανάπτυξης.

Διερεύνηση σε

- Αγρονομικά χαρακτηριστικά
- Φωτοσυνθετικές παραμέτρους
- Υδατική οικονομία
- Μεταβολικό προφίλ
- Διάσπαση αιθερίων ελαίων στο έδαφος

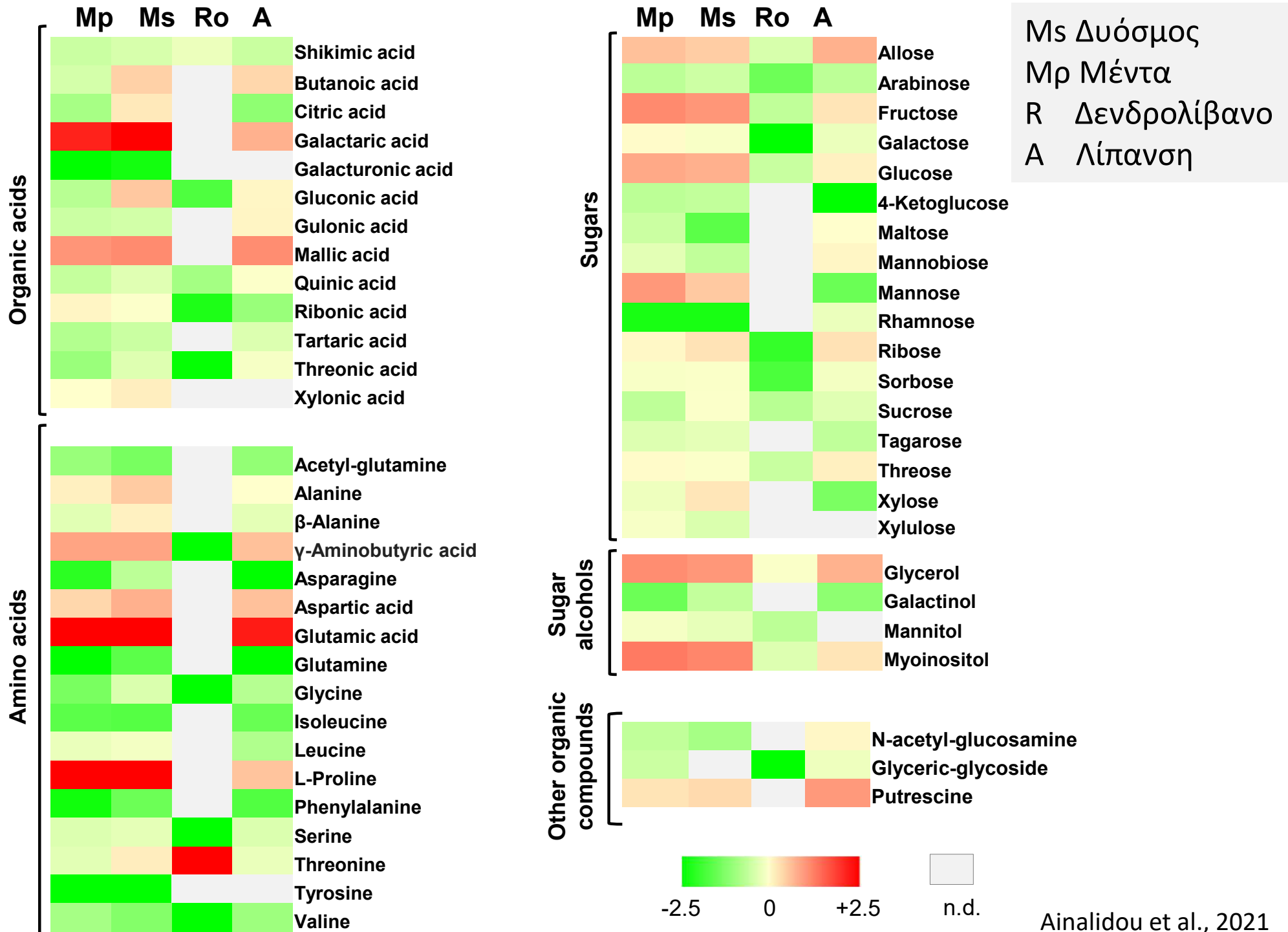


**Δυόσμος (Ms)**

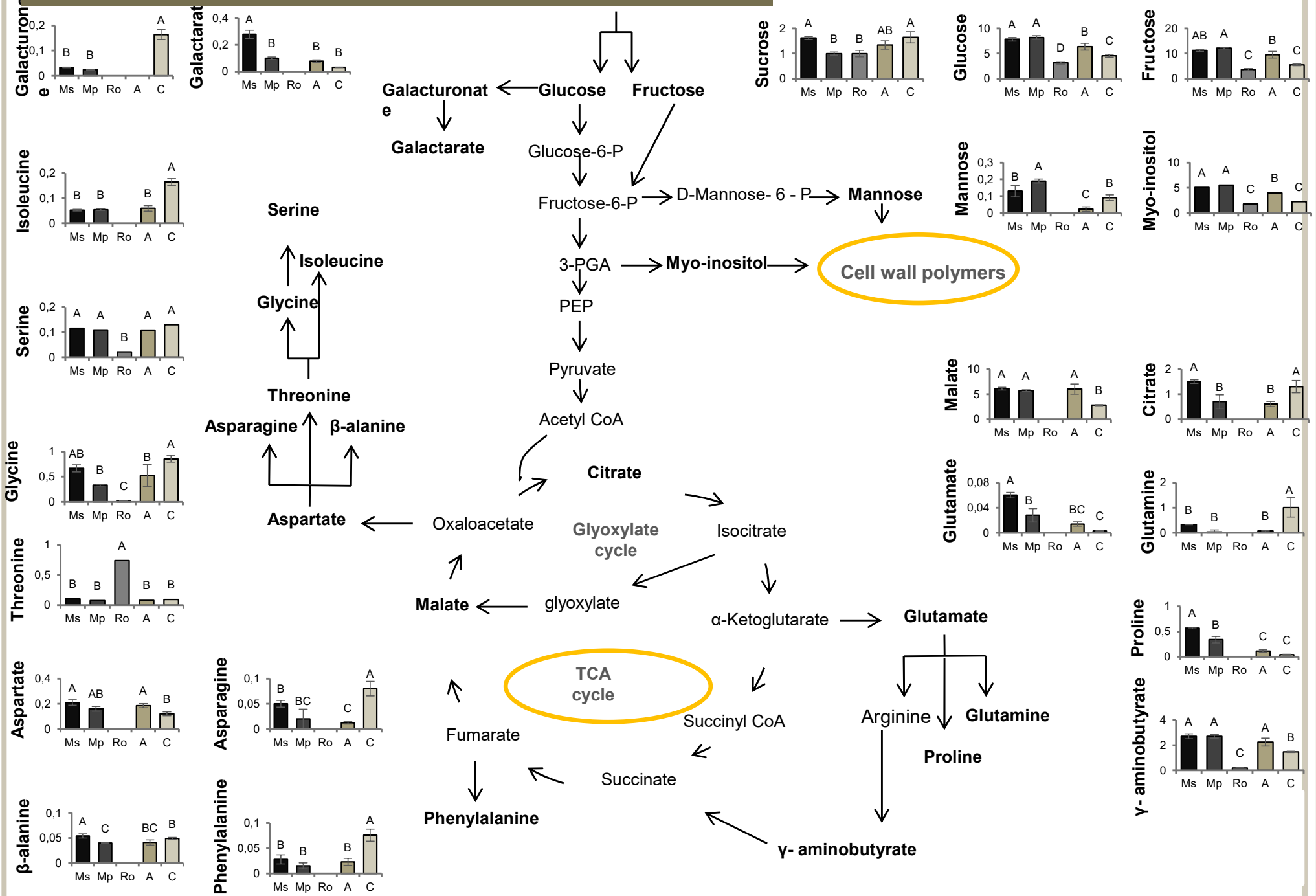
**Μέντα (Mp)**

**Μάρτυρας(C)**

# Στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας: II



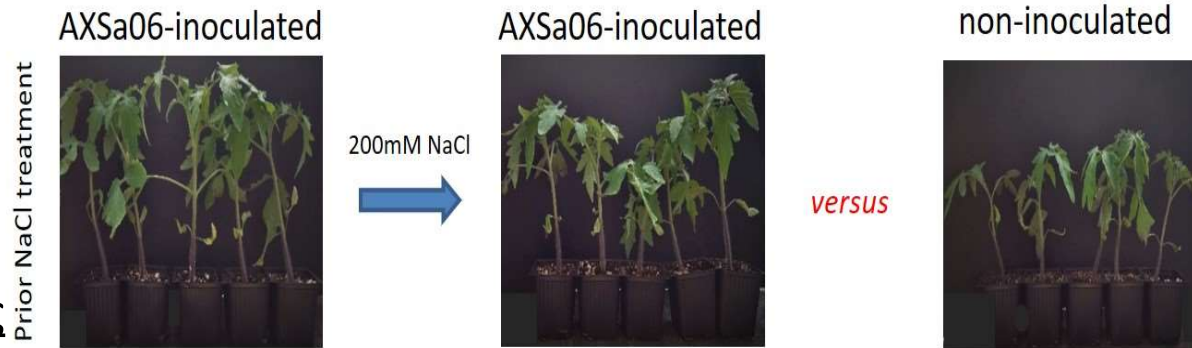
# Στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας: II



# Στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας, ΑΠΘ: III

Πειραματισμός ελέγχου  
βακτηρίων  
ριζόσφαιρας(PGPR)  
ως βιοδιεγέρτες

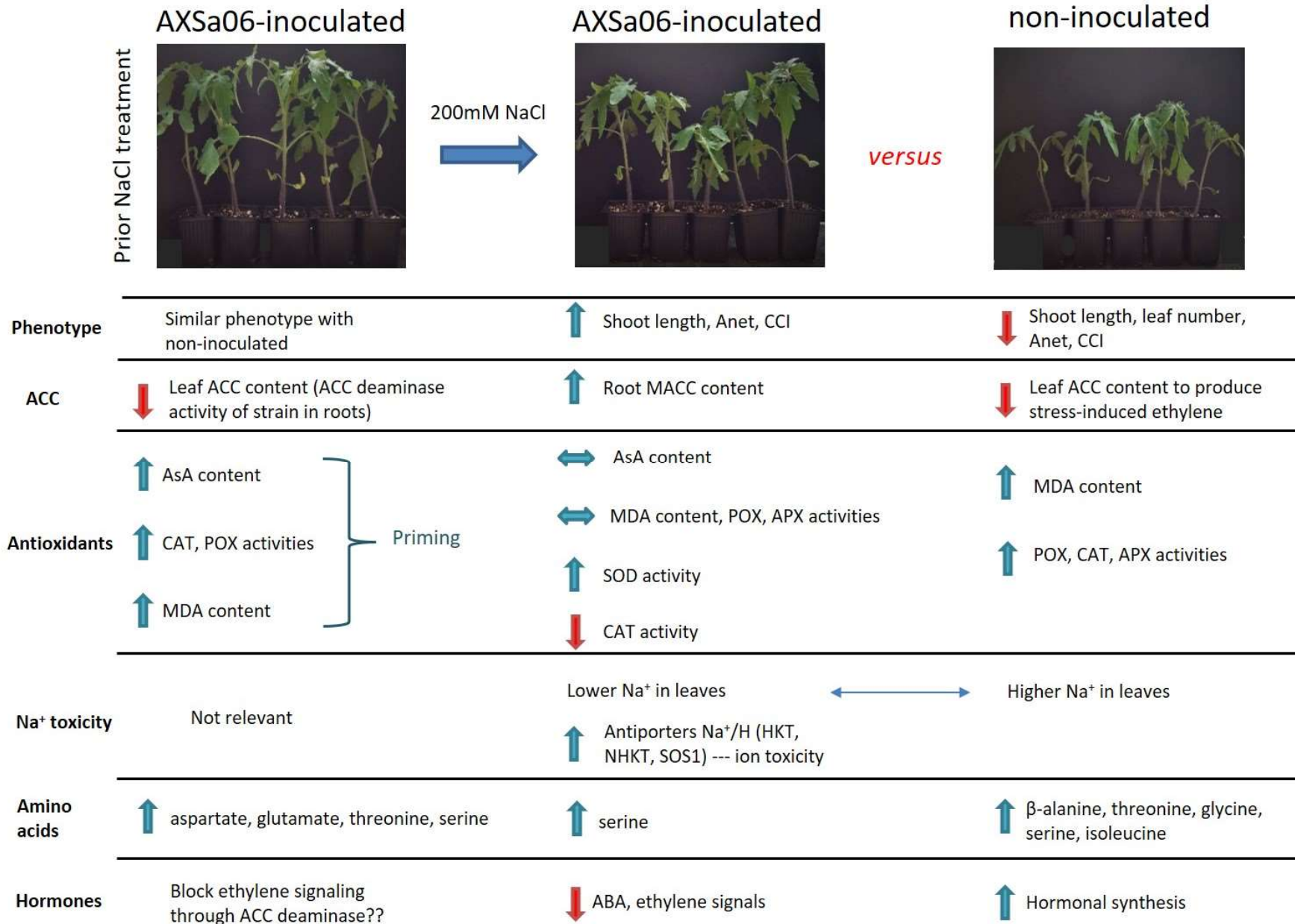
σε συνθήκες καταπόνησης



Διερεύνηση σε

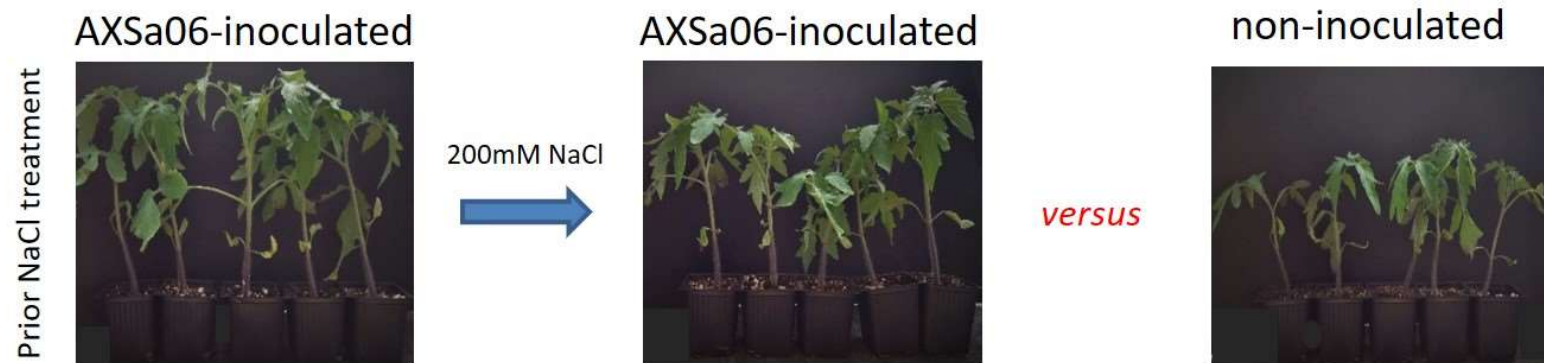
- Αγρονομικά χαρακτηριστικά
- Φωτοσυνθετικές παραμέτρους
- Υδατική οικονομία
- Μεταβολισμό ορμονών
- Οξειδοαναγωγική ομοιόσταση
- Μεταβολομικό προφίλ
- Γονιδιακή έκφραση

# Στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας, ΑΠΘ: III





# Στο Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας, ΑΠΘ: III



Στα εμβολιασμένα φυτά πριν την καταπόνηση αυξάνεται μερικώς η υπεροξειδωση των μεμβρανών και ενεργοποιούνται οι αντιοξειδωτικοί μηχανισμοί, αυξάνονται τα αμινοξέα και πιθανώς επηρεάζεται η σηματοδότηση ορμονών οδηγώντας τα φυτά σε κατάσταση **ευαισθητοποίησης (priming)**.

Τα εμβολιασμένα φυτά σε συνθήκες αλατότητας βρίσκονται σε κατάσταση **ευαισθητοποίησης (priming)** που επιτρέπει ανοχή της καταπόνησης και τη συνέχιση των διεργασιών ανάπτυξης, χωρίς τη συσσώρευση νατρίου στα υπέργειο τμήμα.

Τα μη εμβολιασμένα φυτά σε συνθήκες αλατότητας εμφανίζουν αυξημένο νάτριο στο υπέργειο τμήμα, οξειδωτική καταπόνηση και ενεργοποίηση του μεταβολισμού προς την κατεύθυνση της αμυντικής απόκρισης στην καταπόνηση.

# Κρίσιμα Ερωτήματα για την ανάπτυξη νέων προϊόντων



Ποιά είναι η επίδραση των βιοδιεγερτών :

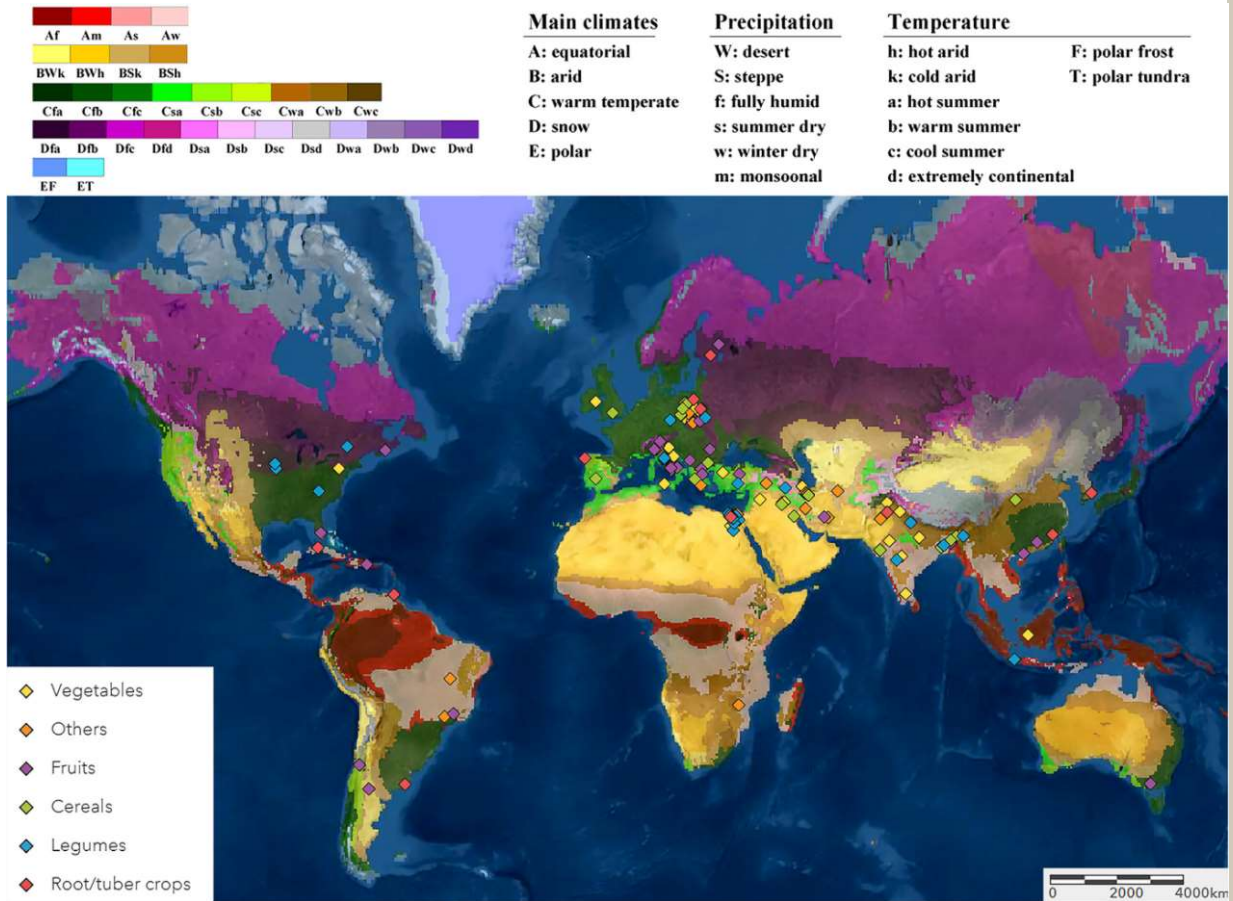
- Στην απόδοση των καλλιεργειών και στην οικονομικότητα της εφαρμογής τους για τον παραγωγό;
- Στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα των καλλιεργειών;

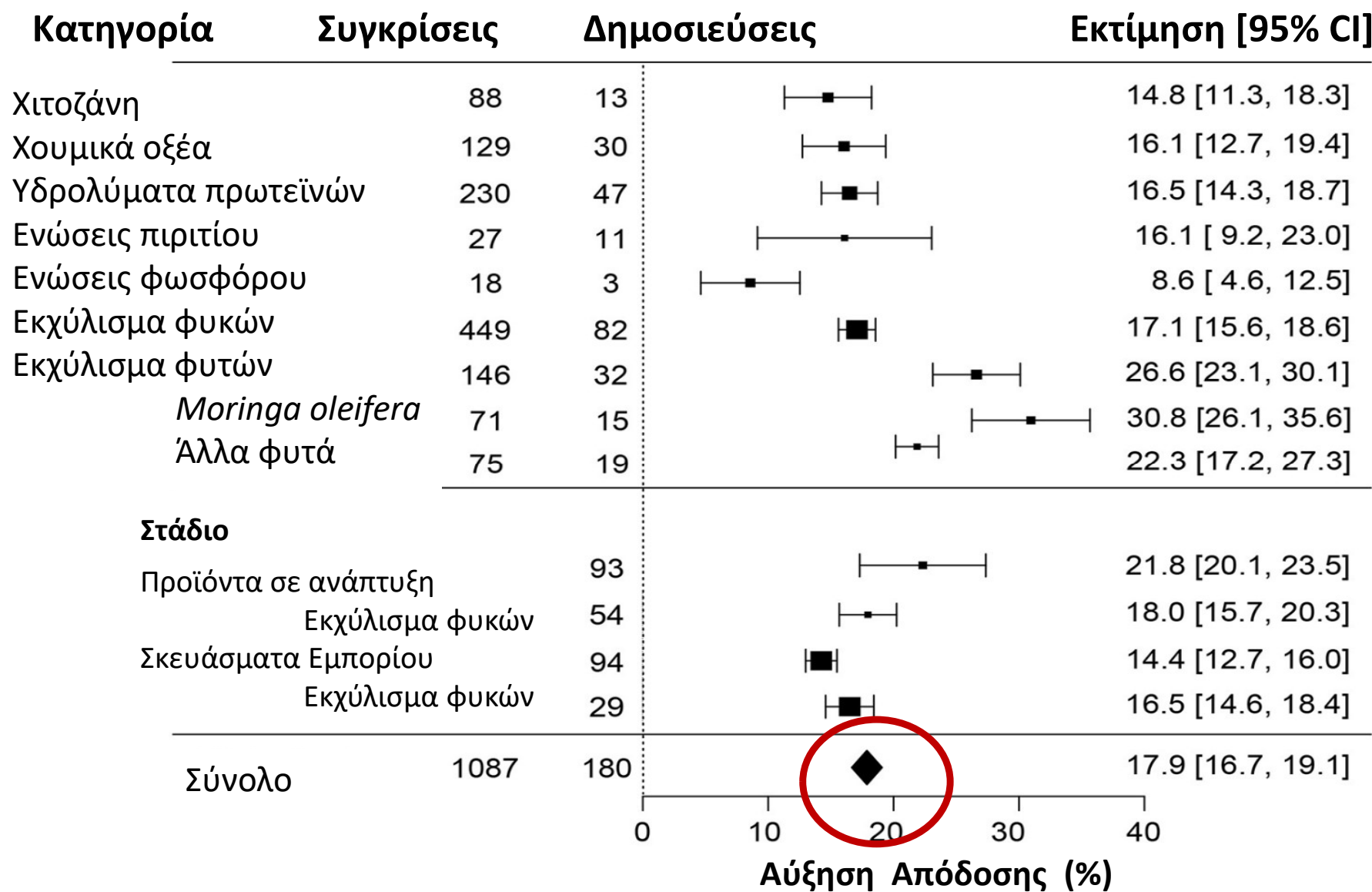




Συστηματική ανασκόπηση  
που περιλαμβάνει 180  
ερευνητικές εργασίες

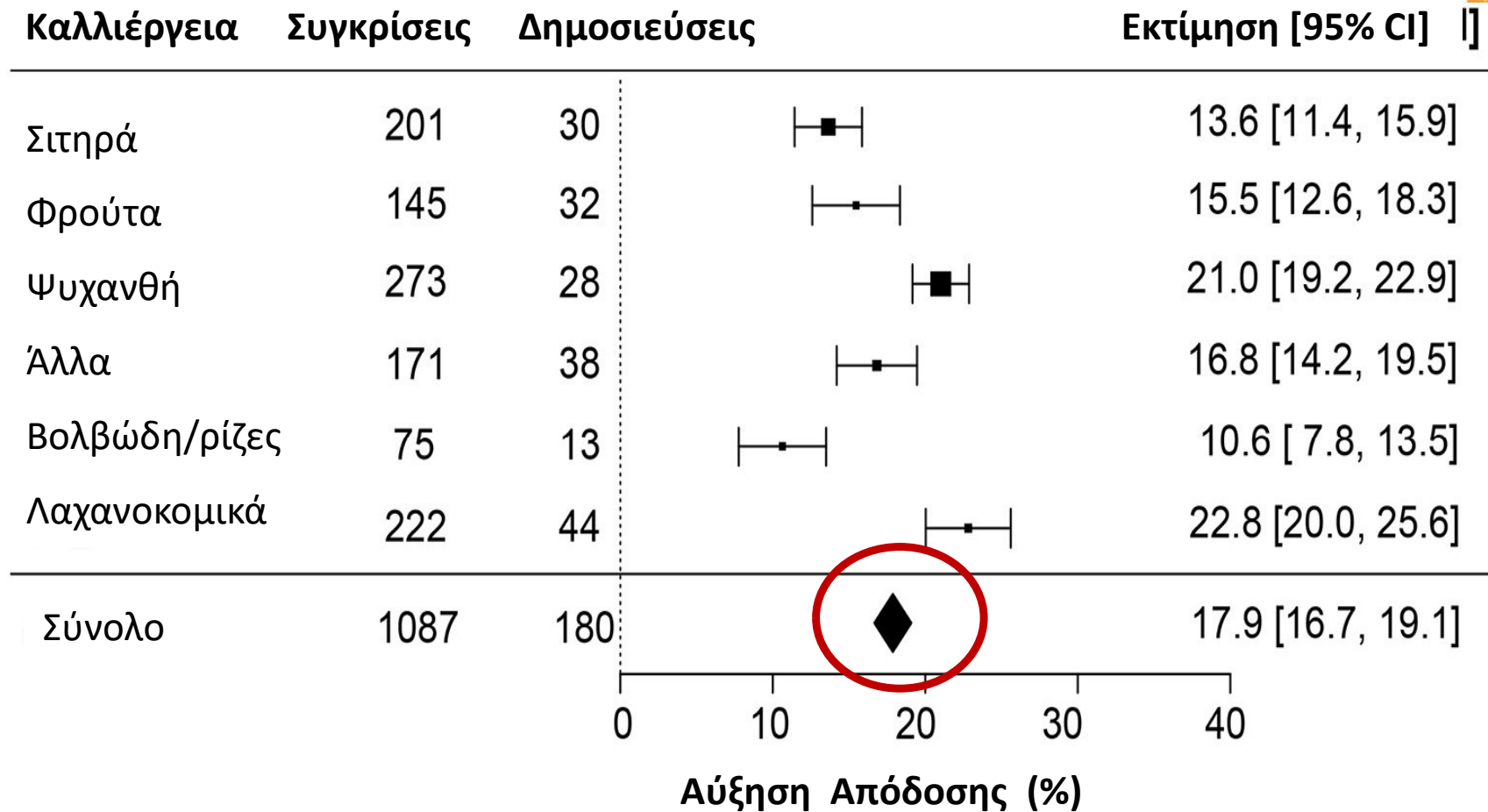
Μεταανάλυση ερευνητικών δεδομένων που αφορούν την αποτελεσματικότητα βιοδιεγερτών στην απόδοση των καλλιεργειών ανά: κατηγορία βιοδιεγέρτη, είδος καλλιέργειας, εδαφοκλιματικές συνθήκες.





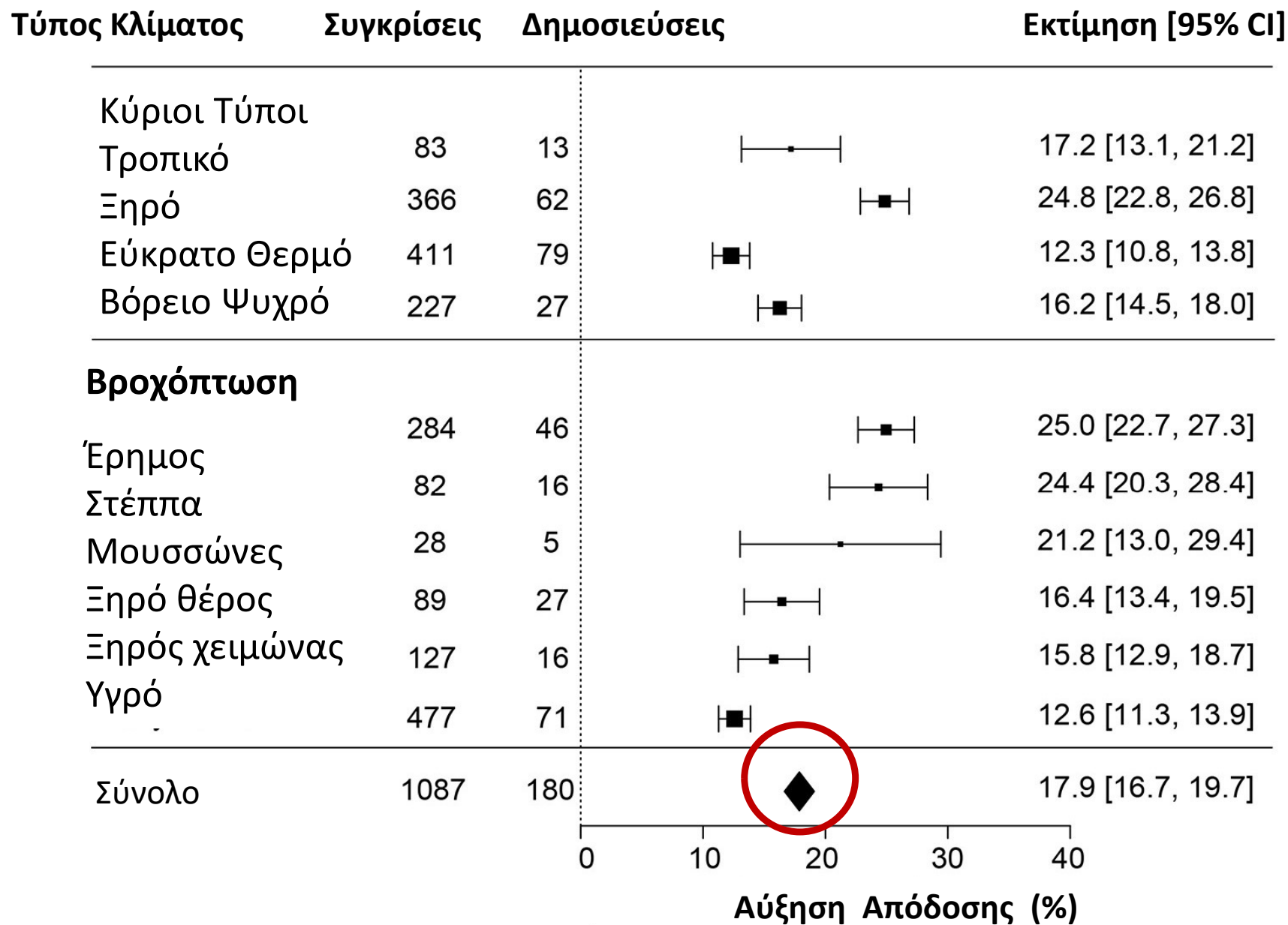
RE Model (Q = 57985631.10, df = 1086, p = 0.00; I<sup>2</sup> = 100.0%)

# Απόδοση των καλλιεργειών και οικονομικότητα της εφαρμογής τους για τον παραγωγό



RE Model (Q = 57985734.96, df = 1086, p = 0.00; I<sup>2</sup> = 100.0%)

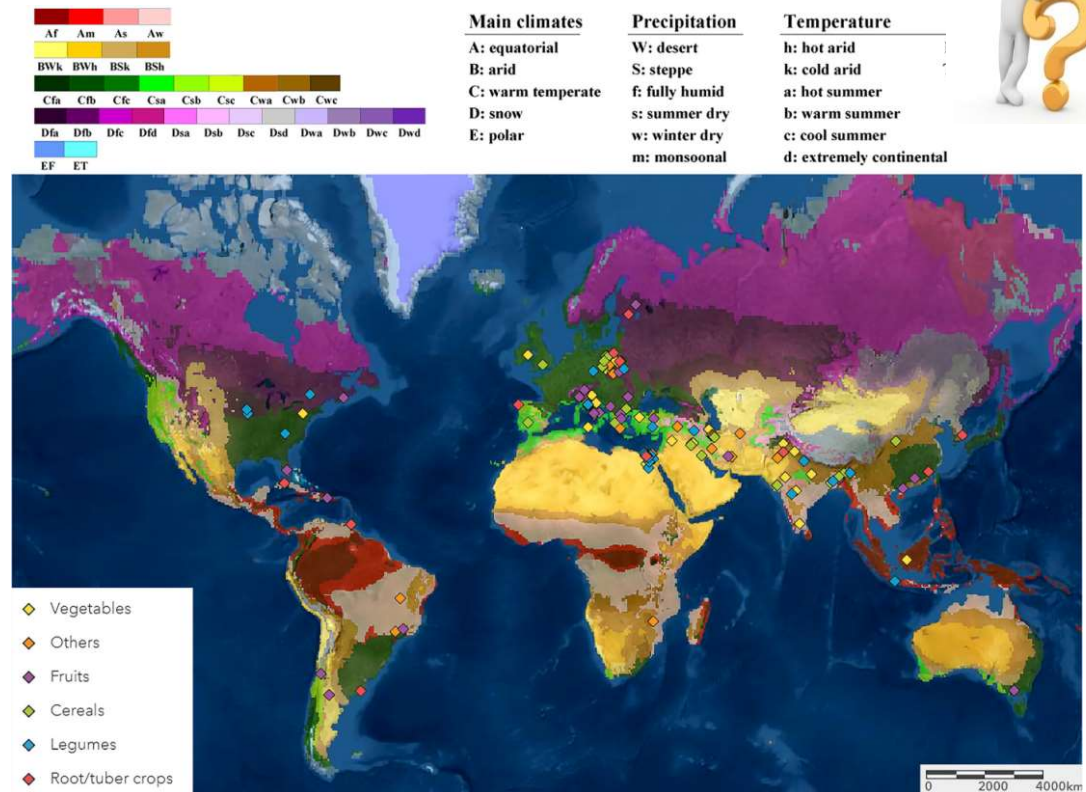
# Απόδοση των καλλιεργειών και οικονομικότητα της εφαρμογής τους για τον παραγωγό



RE Model (Q = 57985994.60, df = 1086, p = 0.00; I<sup>2</sup> = 100.0%)

Εν τέλει βρέθηκε ότι:

- Η συνολική αύξηση της απόδοσης μεταξύ όλων των κατηγοριών βιοδιεγερτών ήταν κατά μέσο όρο 17,9% και η μεγαλύτερη προήλθε από φυτικά εκχυλίσματα.
- Η μεγαλύτερη αύξηση απόδοσης βρέθηκε σε καλλιέργεια λαχανοκομικών.
- Η εφαρμογή βιοδιεγερτών που έγιναν σε ξηρά κλίματα και σε εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία, αλατούχα και αμμώδη εδάφη ήταν η πλέον αποτελεσματική.

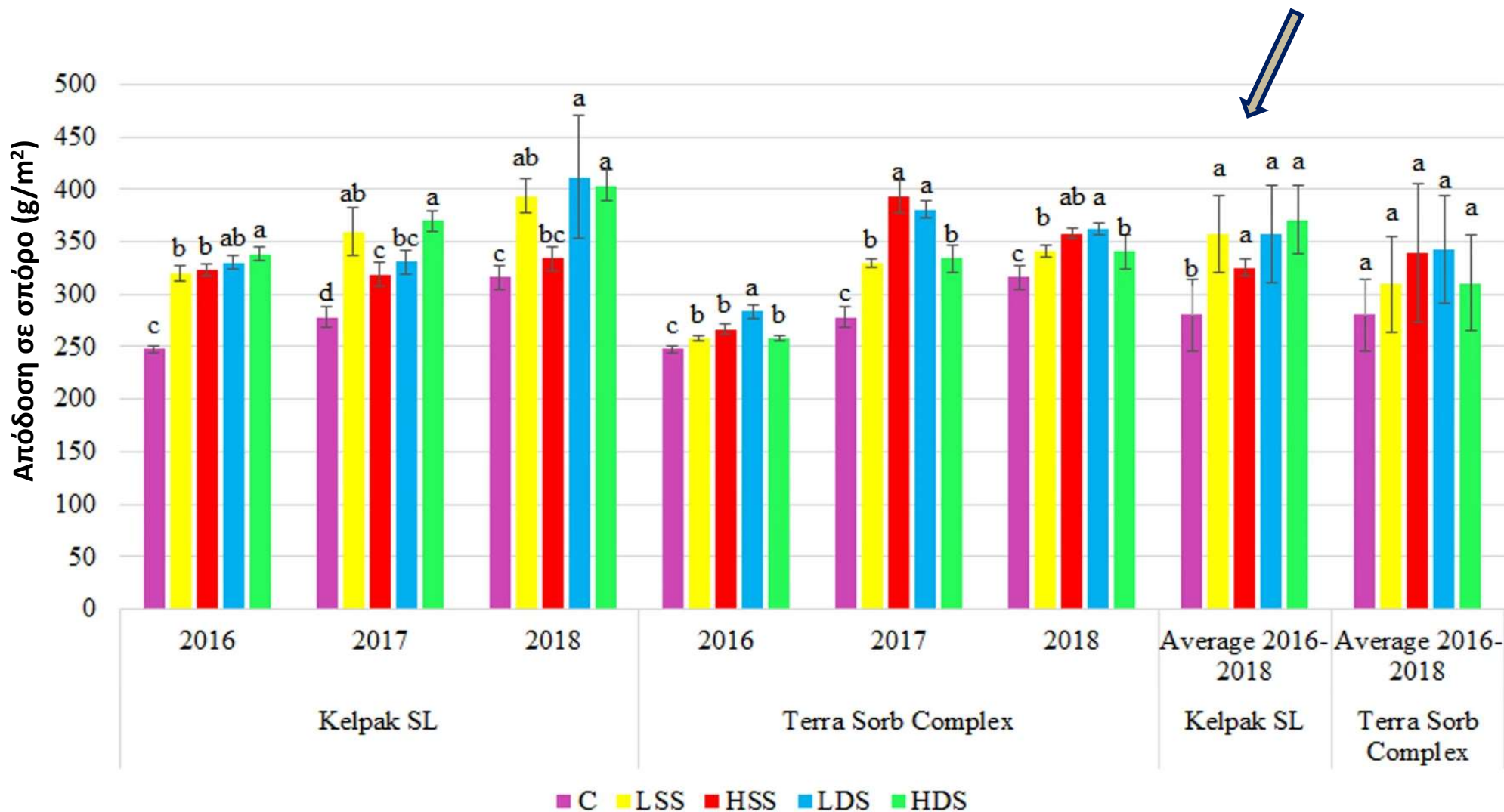


# Απόδοση των καλλιεργειών και οικονομικότητα εφαρμογής – Πειραματισμός...



Τριετής πειραματισμός με δύο εμπορικά σκευάσματα σε καλλιέργεια φασολιού:

- Kelpak SL (από το φύκος *Ecklonia maxima* Osbeck )
- Terra Sorb Complex (υδόλυμα πρωτεϊνών)



Kocira et al., 2020

...Εν τέλει μόνο το ένα προϊόν έχει χαρακτηριστικά βιοδιεγέρτη.





Μελέτη ανθρακικού αποτυπώματος στον κύκλο ζωής /εργασιών καλλιέργειας σπανακιού μετά την εφαρμογή βιοδιεγέρτη (υδρόλυμα πρωτεϊνών) σε συνδυασμό με αζωτούχο λίπανση.

Εκτίμηση του ανθρακικού αποτυπώματος για κάθε τόνο συγκομιζόμενο σπανακιού, το οποίο καλλιεργήθηκε υπό διαφορετικές μεταχειρίσεις λίπανσης

Εισροή	Kg CO <sub>2eq</sub> t <sup>-1</sup>							
	N <sub>0</sub>	N <sub>0</sub> +B	N <sub>15</sub>	N <sub>15</sub> +B	N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> +B	N <sub>45</sub>	N <sub>45</sub> +B
Σπόροι	6,30	4,72	3,57	2,86	2,97	2,51	2,52	2,33
Βιοδιεγέρτης	0	0,18	0	0,11	0	0,09	0	0,09
Νιτρικό αμμώνιο	0	0	41,37	33,04	67,63	58,14	87,33	80,92
Φυτοφάρμακα	9,64	7,14	5,40	4,32	4,42	3,80	3,80	3,52
Ηλεκτρισμός	18,78	14,09	10,66	8,53	8,72	7,50	7,51	6,96
Πετρέλαιο	160,30	121,94	93,77	75,99	77,64	67,62	67,63	63,11
<b>Σύνολο</b>	<b>195,02</b>	<b>148,07</b>	<b>154,72</b>	<b>124,85</b>	<b>161,38</b>	<b>139,66</b>	<b>168,79</b>	<b>156,93</b>

N<sub>0</sub> =χωρίς λίπνση, N<sub>15</sub> =λίπανση με 15KgNha<sup>-1</sup>, N<sub>30</sub>=λίπανση με 30KgNha<sup>-1</sup>, N<sub>45</sub> =λίπανση με 45KgNha<sup>-1</sup>, B= βιοδιεγέρτης

Hamedani etal., 2020

...Εν τέλει η εφαρμογή βιοδιεγέρτη μπορεί να μειώσει τόσο τη χρήση λιπάσματος όσο και το ανθρακικό αποτύπωμα της καλλιέργειας.

## Συμπερασματικά:

- Η εφαρμογή βιοδιεγερτών ως νέα τεχνολογία στην αγροτική παραγωγή αυξάνεται ραγδαία με αντίστοιχη επέκταση της αγοράς τους και τη θέσπιση νέων κανόνων παραγωγής και εμπορίας των σχετικών προϊόντων για την δημιουργία κατάλληλου θεσμικού πλαισίου σε ευρωπαϊκό επίπεδο και παγκοσμίως.
- Η τεκμηρίωση για την αποτελεσματικότητα και το όφελος χρήσης των βιοδιεγερτών (οικονομικό και περιβαλλοντικό), μέσω της σχετικής έρευνας, βρίσκεται σε πλήρη ανάπτυξη, παράγοντας δεδομένα για νέα προϊόντα, για αποτελεσματικότητα εφαρμογής, για μηχανισμούς δράσης, για επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Υπάρχει πολύς δρόμος ακόμα για να διανύσουμε....





**Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας**

## Βιβλιογραφία

- Ainalidou et al., *Plants* (2021)10(9):1848. <https://doi.org/10.3390/plants10091848>.
  - Hamedani et al., *Sustainability* (2020), 12, 5101. <https://doi.org/10.3390/su12125101>
  - Kocira et al., *Sci Rep* (2020) 10, 17759 <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74959-0>
  - Li et al., *Front. Plant Sci.* (2022) 13, 836702 <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.836702>
  - Mellidou et al., *Front. Plant Sci.* (2021)12, 1540. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.713984>
- 
- ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ(ΕΕ) 2019/1009, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2019:170:TOC>
  - Καραμανώλη Α. Ζυμβρακάκη Ε. Γεωργία – Κτηνοτροφία(2021) 04/21, 28-30.