



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών
Επιστημών και
Διαχείρισης
Περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ
ΜΙΚΡΟΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΤΩΝ
ΜΕΤΑΛΛΟ-ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (MOFs) ΩΣ
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΕΝΑΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΡΙΣΗ
ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ
ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ**

Ιωάννης Χατζηνεοφύτου

Λεμεσός, Μάιος 2026

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ Γεωτεχνικών Επιστημών και Διαχείρισης Περιβάλλοντος
ΤΜΗΜΑ Γεωπονικών Επιστημών, Βιοτεχνολογίας και Επιστήμης
Τροφίμων

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ
ΜΙΚΡΟΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟ-
ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (MOFs) ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ
ΧΗΜΙΚΗΣ ΕΝΑΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΥΠΟ
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ
του

Ιωάννη Χατζηνεοφύτου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Βασίλειος Φωτόπουλος

Λεμεσός, Μάιος 2026

Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

**Αξιολόγηση της επίδρασης διαφορετικών μικροσωματιδίων της
κατηγορίας των μεταλλο-οργανικών πλαισίων (MOFs) ως παράγοντες
χημικής έναυσης στην απόκριση των φυτών υπό συνθήκες υδατικής
καταπόνησης**

Παρουσιάστηκε από

Ιωάννης Χατζηνεοφύτου

Επιβλέπων καθηγητής: Βασίλειος Φωτόπουλος, Καθηγητής ΤΕΠΑΚ

Μέλος επιτροπής: Χρυστάλλα Αντωνίου, Επίκουρη καθηγήτρια ΕΠΚ

Μέλος επιτροπής: Νικόλαος Νικολουδάκης, Επίκουρος καθηγητής ΤΕΠΑΚ

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Μάιος 2026

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Ιωάννης Χατζηνεοφύτου, 2026

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διατριβής από το Τμήμα Γεωπονικών Επιστημών,
Βιοτεχνολογίας και Επιστήμης Τροφίμων του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου
δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του/της συγγραφέα εκ μέρους
του Τμήματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τόσο η κλιματική αλλαγή όσο και η συνεχόμενη πληθυσμιακή αύξηση, με την αυξανόμενη ζήτηση τροφίμων που την συνοδεύει, εντείνουν την ανάγκη για εισαγωγή αποτελεσματικότερων και πιο βιώσιμων πρακτικών στα σύγχρονα αγροδιατροφικά συστήματα. Τα τελευταία χρόνια η ανάγκη αυτή, οδήγησε στην διερεύνηση εφαρμογών μικρο- και νανοϋλικών, όπως και της κατηγορίας που διερευνά η παρούσα μελέτη, τα Μεταλλο-οργανικά πλαίσια/MOFs (Metal-Organic Frameworks) MOFs, τα οποία φαίνεται να λειτουργούν ως αποτελεσματικότερα συστήματα διανομής και ρυθμιζόμενης απελευθέρωσης δραστικών ουσιών, οι οποίες μπορούν να ενσωματωθούν στο περιεχόμενό των δομών τους. Παράλληλα με την ικανότητά τους να λειτουργούν ως αποτελεσματικότερα μέσα μεταφοράς ουσιών, εξίσου ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι τα μόρια αυτά φαίνεται να έχουν τις προδιαγραφές, για να χρησιμοποιηθούν ως μέσα για φυτική έναυση (plant priming), υπό διάφορες μορφές, που μπορούν να ενισχύσουν την άμυνα του φυτού σε συνθήκες αβιοτικών καταπονήσεων. Σκοπός της μελέτης ήταν να αξιολογήσει την επίδραση τεσσάρων διαφορετικών τύπων MOFs ως αυτούσιοι παράγοντες χημικής έναυσης και η εκτίμηση της επίδρασης αυτών στην ανάπτυξη, φυσιολογία και βιοχημεία των φυτών υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Τα MOFs που εξετάστηκαν ήταν το BioNICS-1 (Zn-L-ascorbate), το SU-102 (Zr-Ellagic), το UiO-66-NH₂ (Na), και το UiO-66-NH₂ (Mg). Για την πειραματική διαδικασία, εφαρμόστηκε προ-μεταχείριση στους σπόρους των φυτών (seed priming) με διαφορετικούς τύπους MOFs σε συγκεντρώσεις 1, 2, 10, 20 και 50 mg/mL. Στη συνέχεια, οι διαφορετικές ομάδες των φυτών τοποθετήθηκαν ανάλογα σε συνθήκες κανονικής άρδευσης ή συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Ακολούθησαν φυσιολογικές και αγρονομικές μετρήσεις και συλλέχθηκαν δείγματα για κυτταρικές και βιοχημικές αναλύσεις. Τα αποτελέσματα που ανακτήθηκαν ανέδειξαν ότι τα συγκεκριμένα μικροσωματίδια μπορούν να έχουν ενισχυτική δράση στην ανθεκτικότητα των φυτών υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης, τόσο σε φυσιολογικό, όσο και βιοχημικό επίπεδο. Για τις συγκεντρώσεις 2, 10 και 20 mg/mL παρουσιάστηκαν πιο συστηματικά θετικές αποκρίσεις στην υδατική καταπόνηση.

ABSTRACT

Both climate change and ongoing population growth, along with the accompanying increase in food demand, are intensifying the need to introduce more effective and sustainable practices into modern agri-food systems. In recent years, this need has led to the exploration of micro and nanomaterial applications, including the category investigated in this study: Metal-Organic Frameworks (MOFs). MOFs appear to function as more effective delivery and controlled-release systems for active substances, which can be incorporated into the interior of their structures. Alongside their ability to function as more effective means of transporting substances, it is equally interesting that these molecules appear to meet the criteria for use as agents for plant priming, in various forms, which can enhance the plant's defense under abiotic stress conditions. The aim of the study was to evaluate the effect of four different types of MOFs as chemical priming agents and to assess their impact on plant growth, physiology, and biochemistry under water stress conditions. The MOFs examined were BioNICS-1 (Zn-L-ascorbate), SU-102 (Zr-Ellagic), UiO-66-NH₂ (Na), and UiO-66-NH₂ (Mg). For the experimental procedure, a pretreatment was applied to the plant seeds (seed priming) with different types of MOFs at concentrations of 1, 2, 10, 20, and 50 mg/mL. Subsequently, the different groups of plants were placed under normal irrigation conditions or water stress conditions, respectively. Following this, physiological and agronomic measurements were performed, and samples were collected for cellular and biochemical analyses. The results obtained showed that these specific microparticles can have a protective effect on plant resilience under water stress conditions, both at the physiological and biochemical levels. For the concentrations of 10 and 20 mg/mL, more consistently positive responses were observed.