ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Βιωματική Κομποστοποίηση στα Σχολεία με Χρήση ΤΠΕ και Εργαστηριακών Μεθόδων Ελέγχου της με Εργαλείο το DNA των Μικροβίων

Σοφία Ζαχάκη, Χαρά Τσιμέλα, Ευφημία Μπουλεογιώργου, Θεοδώρα Μαζιώτη, Καλλιόπη Μανωλά

doi: 10.12681/cetpe.9402

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ζαχάκη Σ., Τσιμέλα Χ., Μπουλεογιώργου Ε., Μαζιώτη Θ., & Μανωλά Κ. (2026). Βιωματική Κομποστοποίηση στα Σχολεία με Χρήση ΤΠΕ και Εργαστηριακών Μεθόδων Ελέγχου της με Εργαλείο το DNA των Μικροβίων. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 1244–1247. https://doi.org/10.12681/cetpe.9402

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 16/01/2026 10:48:20

Βιωματική Κομποστοποίηση στα Σχολεία με Χρήση ΤΠΕ και Εργαστηριακών Μεθόδων Ελέγχου της με Εργαλείο το DNA των Μικροβίων

Σοφία Ζαχάκη[1,2], Χαρά Τσιμέλα[1], Ευφημία Μπουλεογιώργου[2], Θεοδώρα Μαζιώτη[2], Καλλιόπη Μανωλά[1]
szachaki@gmail.com,tsimelahara@gmail.com, efiekp@gmail.com, mazioti@windowslive.com, pmanola@ipta.demokritos.gr
[1]Εργαστήριο Υγειοφυσικής, Ραδιοβιολογίας και Κυτταρογενετικής, Ινστιτούτο Πυρηνικών και Ραδιολογικών Επιστημών και Τεχνολογίας, Ενέργειας και Ασφάλειας, Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών "Δημόκριτος"
[2]2ο Γυμνάσιο Πεύκης

Περίληψη

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα αφορά την κομποστοποίηση, μια φυσική διαδικασία ανακύκλωσης οργανικών υλικών σε λίπασμα (κομποστ). Στόχος είναι η ενημέρωση και ενεργή συμμετοχή των μαθητών στη διαδικασία, με σκοπό την ενίσχυση της οικολογικής τους συνείδησης και την ενσωμάτωση της κομποστοποίησης στα σχολεία. Το πρόγραμμα, που υλοποιείται κυρίως σε ερευνητικό κέντρο, περιλαμβάνει θεωρητική και βιωματική εκπαίδευση, εργαστηριακές τεχνικές (π.χ. μικροσκοπική παρατήρηση, ηλεκτροφόρηση DNA), καθώς και αξιολόγηση μέσω ερωτηματολογίων. Οι εργαστηριακές τεχνικές συνοδεύονται από ειδικό λογισμικό που έχει ως στόχο την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων για πιο εύκολη κατανόηση των διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο από τους μαθητές. Συμμετείχαν 29 γυμνάσια από διάφορες περιοχές της Ελλάδας, με πάνω από 950 μαθητές και 85 καθηγητές. Τα αποτελέσματα δείχνουν ιδιαίτερα θετική αποδοχή και σημαντική εκπαιδευτική αξία. Η χρήση του ειδικού λογισμικού βοήθησε τους μαθητές να κατανοήσουν τις διαδικασίες και τεχνικές που ακολούθησαν. Η κομποστοποίηση ήταν επιτυχής και το παραγόμενο κομποστ κατάλληλο για φύτευση. Το πρόγραμμα προάγει την περιβαλλοντική εκπαίδευση και εξοικειώνει τους μαθητές με σύγχρονες τεχνικές βιολογίας, συμβάλλοντας στην πράσινη μετάβαση των σχολικών μονάδων.

Λέξεις κλειδιά: DNA μικροβίων, PCR, ηλεκτροφόρηση, κομπόστ

Εισαγωγή

Η κομποστοποίηση είναι μια φυσική διαδικασία ανακύκλωσης που μετατρέπει τα οργανικά υλικά (π.χ. φύλλα και υπολείμματα τροφών) σε ένα πολύτιμο λίπασμα για το έδαφος και τα φυτά που ονομάζεται κομπόστ ή χούμος (Sanchez et al.,2017).Σκοπός του παρόντος εκπαιδευτικού έργου ήταν να μάθουν οι μαθητές τι είναι η κομποστοποίηση και ποια τα οφέλη της, πως μπορούν να κάνουν κομποστοποίηση στην αυλή ή στον κήπο του σχολείου ή του σπιτιού τους. Επίσης, η ενεργή συμμετοχή τους στην πειραματική διαδικασία ανίχνευσης του DNA των μικροοργανισμών του κομποστοποιητή και η χρήση εργαλείων πληροφορικής για την παρακολούθηση των εργαστηριακών τεχνικών. Απώτερος στόχος ήταν η συμβολή στην πράσινη μετάβαση των σχολείων μέσω της ένταξης της κομποστοποίησης στη σχολική μονάδα και η κατανόηση της σημασίας του συνδυασμού Επιστήμης και Τεχνολογίας προς όφελος του ανθρώπου.

Υλικά και μέθοδοι

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα που πραγματοποιείται κυρίως σε μεγάλο ερευνητικό κέντρο της Ελλάδας έχουν παρακολουθήσει μαθητές και εκπαιδευτικοί από 29 Γυμνάσια της Αθήνας, του Πειραιά, της Βοιωτίας, της Θεσσαλονίκης, της Καλαμάτας. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει: α) παρουσίαση της διαδικασίας της κομποστοποίησης και των πλεονεκτημάτων της με ενεργό συμμετοχή των μαθητών β) βιωματική κομποστοποίηση με τη ρίψη κυρίως υπολειμμάτων φρούτων και λαχανικών, φύλλων, ανθέων καθώς και υπολειμμάτων τσαγιού και καφέ στον κομποστοποιητή (βλ. Παράρτημα, Σχήμα 1) γ) εργαστηριακή διαδικασία με συλλογή του παραγόμενου κομπόστ σε ειδικά δοχεία, έλεγχο της ποιότητας του μακροσκοπικά αλλά και με πεχαμέτρηση με χρήση δεικτών pH σε υδατικό διάλυμα, παρατήρηση μικροοργανισμών του κομπόστ στο οπτικό μικροσκόπιο και ηλεκτροφόρηση του DNAτων μικροβίων του κομποστοποιητή μετά από απομόνωσή του (βλ. Παράρτημα, Σχήμα 3, 4), δ) χρήση ΤΠΕ μέσω ειδικού λογισμικού για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της αντίδρασης PCR και της ηλεκτροφόρησης του DNAτων μικροβίων και ε)Σχεδιασμό ερωτηματολογίου και συμπλήρωσή του από τους συμμετέχοντες μαθητές και καθηγητές στο πλαίσιο της αξιολόγησης του προγράμματος με στόχο τη βελτιστοποίηση του προγράμματος κατά την εξέλιξή του.

Σε δημόσιο Γυμνάσιο της Αθήνας που συμμετέχει στο πρόγραμμα διεξήχθησαν επιπλέον πειράματα όπου οι μαθητές παρατήρησαν την αποικοδόμηση διαφόρων φρούτων και λαχανικών σε διάστημα 1-2 μηνών, σε διαφορετικές συνθήκες καταγράφοντας το ρυθμό αποικοδόμησης για τη διερεύνηση ενισχυτικών και ανασταλτικών παραγόντων της κομποστοποίησης (βλ. Παράρτημα, Σχήμα 2). Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε και εμβολιασμός μικροβιακού υλικού του κομποστοποιητή σε στερεή καλλιέργεια.

Για την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονα εργαστηριακά όργανα όπως φυγόκεντρος, μηχάνημα PCR συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή εφοδιασμένο με ειδικό λογισμικό, συσκευή ηλεκτροφόρησης του DNA και αυτόματες πιπέτες που αποκτήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος με χρηματοδότηση από κοινωφελές ίδρυμα, προκειμένου οι μαθητές να έχουν τη δυνατότητα για hands-on πειραματισμό.

Αποτελέσματα

Η εκτέλεση του εκπαιδευτικού έργου στέφθηκε με επιτυχία. Πολύ σύντομα μετά την ανοιχτή πρόσκλησή μας τα σχολεία ανταποκρίθηκαν και δήλωσαν συμμετοχή στο πρόγραμμα. Μέχρι τώρα έχουν παρακολουθήσει περισσότεροι από 950 μαθητές και 85 εκπαιδευτικοί από Γυμνάσια της Αθήνας, του Πειραιά, της Βοιωτίας, της Θεσσαλονίκης, της Καλαμάτας. Τα παιδιά και οι εκπαιδευτικοί που το παρακολούθησαν συμμετείχαν ενεργά με ερωτήσεις και απαντήσεις δείχνοντας το ενδιαφέρον τους.

Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου των μαθητών για την αξιολόγηση του προγράμματος από τα διάφορα σχολεία έδειξαν :Α) θετική άποψη (καλή-πολύ καλή) για το πρόγραμμα:903/950 μαθητές (95%) και μέτρια 5%. Β) Συμβολή του προγράμματος στην εκπαίδευσή τους δήλωσαν 693/950 μαθητές (73%)και πιθανή συμβολή δήλωσε το 22%. Γ) Συμβολή στη βελτίωση του τρόπου σκέψης και της ζωής τους δήλωσε το 68% των μαθητών και πιθανή συμβολή το 29%. Τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων των καθηγητών έδειξαν ότι και οι 85 καθηγητές είχαν θετική άποψη για το πρόγραμμα και συγκεκριμένα πολύ καλή και ότι συνέβαλε θετικά στην εκπαίδευσή τους και στη βελτίωση του τρόπου ζωής τους.

Τα αποτελέσματα όλων των πραγματοποιηθέντων εργαστηρίων φανέρωσαν επιτυχή κομποστοποίηση με σχεδόν ουδέτερο pH (6-7,5) έπειτα από μέτρηση της οξύτητας του κομποστ, ταυτοποίηση της ύπαρξης μικροβιακού DNA μετά την ηλεκτροφόρηση από τους

μαθητές, παρατήρηση και ταυτοποίηση των βακτηρίων και των αποικιών τους στο οπτικόμικροσκόπιο. Παράλληλα, οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα παρακολούθησης των εργαστηριακών διαδικασιών με ειδικό λογισμικό οπτικοποίησης της αντίδρασης PCR για την ενίσχυση του DNA των μικροβίων.

Τα αποτελέσματα από το συνεργαζόμενο Γυμνάσιο απέδειξαν ότι ενισχυτικοί παράγοντες της κομποστοποίησης αποτελούν η υγρασία, η μέτρια ηλιοφάνεια και η παρουσία αποικοδομητών ενώ ανασταλτικοί παράγοντες είναι το σκοτάδι, η χαμηλή θερμοκρασία, η παρουσία οινοπνεύματος και η απουσία αποικοδομητών. Υφές μυκήτων του κομπόστ παρατηρήθηκαν μετά από καλλιέργεια σε στερεό θρεπτικό υλικό. Οι μαθητές του συνεργαζόμενου Γυμνασίου χρησιμοποίησαν το ειδικό λογισμικό και κατασκεύασαν διαγράμματα προκειμένου, εφόσον τους δοθεί η ευκαιρία, να παρουσιάσουν τα αποτελέσματά τους στο συνέδριο ΤΠΕ στην Εκπαίδευση

Συμπεράσματα

Η αυτόνομη κομποστοποίηση αποτελεί έναν άμεσο και σημαντικό τρόπο ανακύκλωσης με σημαντικά οφέλη που μειώνει τα απορρίμματα στον πράσινο κάδο, συντελεί στημείωση της ρύπανσης και του φαινομένου του θερμοκηπίου παράγοντας το κομπόστ που αποτελεί τέλειο φυσικό λίπασμα για την αναζωογόνηση του εδάφους και τη δημιουργία και διατήρηση κήπων και παρτεριών (Piyushetal., 2013). Η εφαρμογή της στα σχολεία είναι εφικτή όχι μόνο για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και για την εκπαίδευση της οικολογικής συνείδησης των μαθητών και εκπαιδευτικών που θα συμβάλλει στη βελτίωση της ζωής τους αλλά και της πράσινης μετάβασης των σχολικών μονάδων. Παράλληλα, ο συνδυασμός της κομποστοποίησης με εργαστηριακές μεθόδους και τη χρήση ΤΠΕ παρέχει τη δυνατότητα μύησης των μαθητών σε σύγχρονες επιστημονικές προσεγγίσεις οι οποίες συνδυάζουν τις φυσικές επιστήμες με την τεχνολογία και έχουν σαν στόχο να βελτιώσουν το επίπεδο διαβίωσης του σύγχρονου ανθρώπου.

Αναφορές

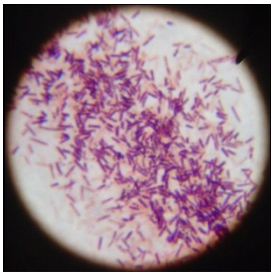
Sánchez, O. J., Ospina, A. D., & Montoya, S. (2017). Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process. *Waste Management, 69*, 136-153. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.012

Piyush C., Lata N., Surender S., Ramesh C. K. (2013). Correction: assessment of bacterial diversity during composting of agricultural byproducts. *BMC Microbiology,14*, 33. https://doi.org/10.1186/1471-2180-14-33

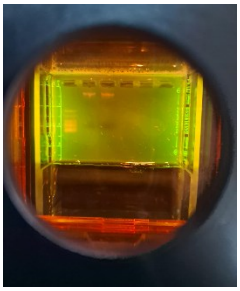
Παράρτημα

Σχήμα 1. Κομποστοποιητής με σήμανση για την ορθή απόρριψη οργανικών απορριμμάτων

Σχήμα2. Παρατήρηση του ρυθμού αποικοδόμησης σε διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες



Σχήμα3. Παρατήρηση βακίλων του βακτηρίου Bacillussubtilis σε οπτικό μικροσκόπιο



Σχήμα4. Ηλεκτροφόρηση DNA