

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΥΡΗΝΑ ΕΛΙΑΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Δ. Τσιβάς, Α. Α. Βλυσίδης, Γ. Λάμπρου, Κ. Τζάθας, Α. Γ. Βλυσίδης*

Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

(*avlys@tee.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παραγωγή λαδιού ελιάς, με ιστορία πάνω από 7,000 έτη, είναι μια από τις πιο παραδοσιακές αγροτικές βιομηχανίες χωρών της Μεσογείου, όπως η Ελλάδα. Η κατανάλωση του λαδιού αυξάνεται ραγδαία παγκοσμίως λόγω της υψηλής διαιτητικής και θρεπτικής αξίας του. Τα ελαιοτριβεία τριών φάσεων παράγουν, εκτός από το λάδι ελιάς, μεγάλες ποσότητες δύο, επικίνδυνων για το περιβάλλον, παραπροϊόντων, των οποίων η επεξεργασία επιτυγχάνεται μέσω της κομποστοποίησης. Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε ο έλεγχος της κομποστοποίησης των στερεών υπολειμμάτων ελαιοτριβείου, με την χρήση της χρωματομετρικής μεθόδου του μοντέλου CIELab. Οι χρωματικές μεταβλητές a, b, C και ΔE μπορούν μέσω της καταγραφής τους να προσδιορίσουν το στάδιο στο οποίο βρίσκεται η προς μελέτη διεργασία σε όλη τη διάρκεια της κομποστοποίησης. Η χρήση του μοντέλου CIELab ενισχύεται μετά την 15^η μέρα της διεργασίας με τη χρήση των δύο επιπλέον χρωματικών μεταβλητών, h και a/b. Τέλος, ελέγχεται η πιθανή συσχέτιση των χρωματικών μεταβλητών με τις φυσικοχημικές παραμέτρους της κομποστοποίησης με τη χρήση γραμμικών συντελεστών. Το ποσοστό του κομποστ σε άνθρακα παρουσιάζει την καλύτερη γραμμική συσχέτιση ($R^2 > 0,90$) από όλες τις φυσικοχημικές παραμέτρους. Ακολουθούν σε σειρά φθίνοντος συντελεστή γραμμικότητας το ποσοστό του κομποστ σε άζωτο, το pH και ο λόγος C/N.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαδικασία της κομποστοποίησης αναφέρεται στη βιοαποδόμηση ενός μείγματος οργανικών υλικών από ετερογενείς και ετερότροφους μικροοργανισμούς σε στερεά κατάσταση και αερόβιες συνθήκες ^[1]. Μια πληθώρα οργανικών αποβλήτων μπορούν να μετατραπούν μέσω της κομποστοποίησης σε ένα πλούσιο φυτόχωμα, το κομποστ, του οποίου η χρήση προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα όπως ο εμπλουτισμός του εδάφους με θρεπτικά συστατικά και η αύξηση της γονιμότητάς του ^[2]. Το τελικό αυτό προϊόν έχει πλέον αποτοξικοποιηθεί, είναι εύκολα διαχειρίσιμο και μπορεί να αποθηκευτεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Σε όλη την έκταση της Μεσογείου οι διάφοροι πληθυσμοί παρήγαγαν και συνεχίζουν να παράγουν λάδι ελιάς. Σήμερα, περίπου 900 εκατομμύρια δέντρα ελιάς καλύπτουν πάνω από 10 εκατομμύρια στρέμματα παγκοσμίως, 98% των οποίων βρίσκονται στην περιοχή της Μεσογείου. Η εξαγωγή λαδιού ελιάς είναι μια από τις πιο παραδοσιακές αγροτικές βιομηχανίες των χωρών της Μεσογείου, όπως η Ελλάδα, κατέχοντας σημαντικό ρόλο στην τοπική και διεθνή οικονομία. Παρόλα αυτά, η διεργασία εξαγωγής λαδιού ελιάς σε ελαιοτριβεία τριών φάσεων, παράγει εκτός από το ελαιόλαδο, που είναι το κύριο προϊόν, μεγάλες ποσότητες δύο παραπροϊόντων: α) το στερεό υπόλειμμα ή αλλιώς πυρήνας και β) το υγρό απόβλητο του ελαιοτριβείου. Το στερεό υπόλειμμα μεταφέρεται σε πυρηνελαιουργεία όπου γίνεται η εκχύλιση του πυρηνέλαιου με εξάνιο. Μετά την εκχύλιση το στερεό υπόλειμμα χρησιμοποιείται ως στερεό καύσιμο ^[3]. Ωστόσο, το υγρό απόβλητο, που παραμένει συνήθως ανεπεξέργαστο, είναι ιδιαίτερα επιβλαβές για το περιβάλλον, όπως έχουν δείξει πολλές μελέτες, κυρίως για την επίπτωση που έχει στους μικροβιακούς πληθυσμούς του εδάφους, στα υδατικά οικοσυστήματα και στον αέρα μέσω των εκπομπών φαινόλης και διοξειδίου του θείου, δημιουργώντας έτσι ένα μείζον περιβαλλοντικό ζήτημα στις χώρες ελαιοπαραγωγής ^[4,5]. Επομένως, είναι επιτακτική η ανάγκη ανάπτυξης τεχνολογιών επεξεργασίας των παραπροϊόντων

της παραγωγής λαδιού ελιάς, ούτως ώστε αυτά να μην απορρίπτονται ανεπεξέργαστα στο περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, η Οδηγία 2008/98/ΕΚ περιλαμβάνει κανόνες σχετικά με τα επικίνδυνα απόβλητα με στόχο τα κράτη μέλη να ανακυκλώσουν τουλάχιστον το 50% των αποβλήτων αυτών μέχρι το 2020 ^[4]. Η κομποστοποίηση αποτελεί μία από τις κύριες τεχνολογίες επεξεργασίας των αποβλήτων ελαιοτριβείων, όχι μόνο των στερεών, αλλά και σε συνδυασμό με τα υγρά απόβλητα ^[3]. Μία από τις σημαντικότερες δυσκολίες της κομποστοποίησης είναι ο γρήγορος και ακριβής προσδιορισμός της ωριμότητας του τελικού προϊόντος. Το χρωματικό μοντέλο CIE Lab, αποτελεί ένα ομοιόμορφο οπτικά χρωματικό χώρο, ο οποίος προσομοιάζει καλύτερα από όλα τα χρωματικά συστήματα ή μοντέλα την ανθρώπινη αντίληψη των χρωμάτων. Το κάθε χρώμα περιγράφεται από τρεις συντεταγμένες ή παράγοντες (L, a, b) και απεικονίζονται σε τρισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Ο παράγοντας L (Lightness) αποθηκεύει όλη την πληροφορία φωτεινότητας της εικόνας παίρνοντας τιμές από 0 (μαύρο) έως 100 (λευκό). Οι παράγοντες a και b αποθηκεύουν την πληροφορία χρώματος χωρίς να υπάρχουν για αυτά αριθμητικά όρια. Θετικές τιμές του παράγοντα a αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κόκκινου ενώ αρνητικές τιμές αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του πράσινου. Θετικές τιμές του παράγοντα b αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του κίτρινου, ενώ αρνητικές τιμές του αντιπροσωπεύουν αποχρώσεις του μπλε ^[6]. Σε αυτή την εργασία εξετάστηκε η ωριμότητα του κομποστοποιημένου υλικού με χρήση των μεταβλητών χρώματος του μοντέλου CIE Lab, μέσω μιας άμεσης και εύκολης ανάλυσης, σε αντίθεση με τις συμβατικές και πολύπλοκες βιβλιογραφικές αναλυτικές μεθόδους ωριμότητας ^[7].

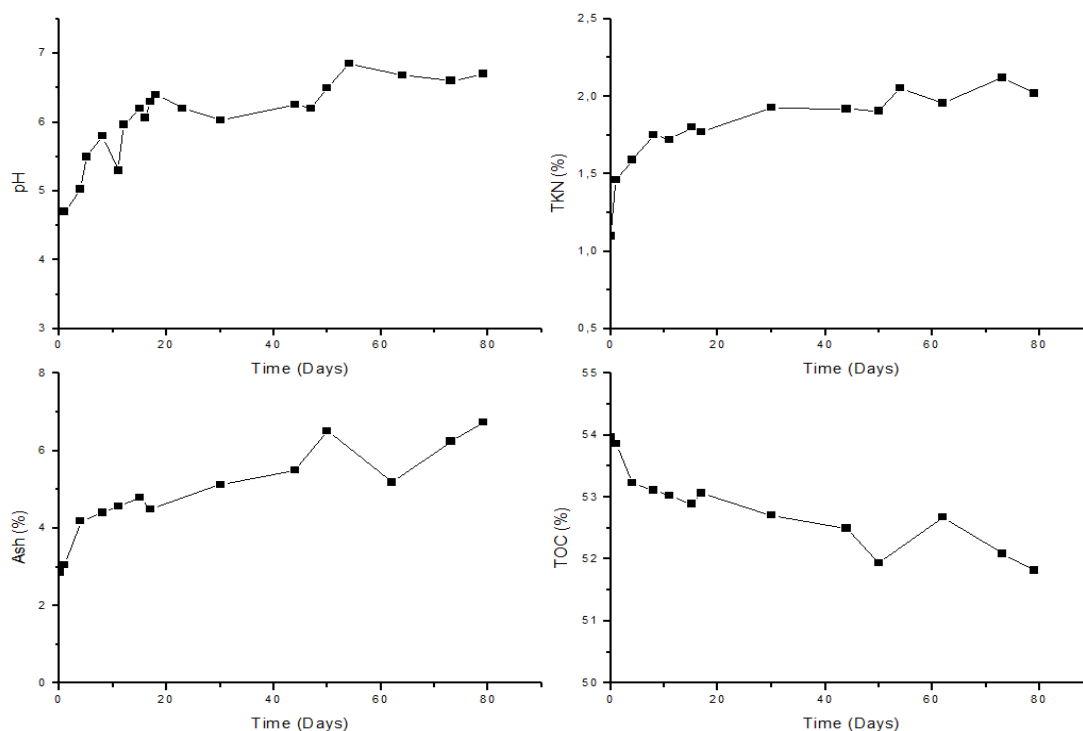
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Στην εργασία αυτή εξετάστηκε η βιομηχανικής κλίμακας κομποστοποίηση των στερεών υπολειμμάτων τριφασικών ελαιοτριβείων της ευρύτερης περιοχής της Θράκης στις εγκαταστάσεις της εταιρείας Οργανοχημική Θράκης ΙΚΕ στην Αλεξανδρούπολη. Τα στερεά αυτά υπολείμματα αποτελούνται από ένα μείγμα πυρήνα και φύλλων ελιάς σε αναλογία 1:5 (πυρήνας/φύλλα), τα οποία λαμβάνονται απευθείας από τα ελαιοτριβεία λίγες μέρες μετά την παραγωγή τους. Η κομποστοποίηση, η οποία διήρκησε 80 μέρες, έλαβε χώρα σε σύστημα ανοιχτού τύπου και πιο συγκεκριμένα με δυναμικό αερισμό/αναστρέφόμενα σειράδια (windrows). Ο αερισμός του σωρού, συνολικού βάρους 35 τόνων και διαστάσεων 6x1.5x1.2 (ΜxΠxΥ), εξασφαλίστηκε με τη χρήση ειδικού μηχανήματος, φερόμενο σε γεωργικό ελκυστήρα. Για τη διεξαγωγή μιας ομαλής κομποστοποίησης, ο αερισμός γινόταν με τέτοια συχνότητα ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία αναερόβιων συνθηκών, με ταυτόχρονη διατήρηση των υψηλών θερμοκρασιών του σωρού. Για τη διεξαγωγή μετρήσεων και χημικών αναλύσεων του κομποστοποιημένου υλικού πραγματοποιήθηκε η λήψη ενός δείγματος ανά τρεις μέρες. Η δειγματοληψία γινόταν από 15 διαφορετικά σημεία και βάθη του σωρού κομποστοποίησης, με βάση την μέθοδο ζγκ ζαγκ, και στη συνέχεια τα 15 υπο-δείγματα αναμειγνύονταν μεταξύ τους για τη δημιουργία ενός τελικού δείγματος, το οποίο αντιπροσωπεύει τα γενικά χημικά, φυσικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του κομποστοποιημένου υλικού. Κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης παρακολουθήθηκε η χρονική μεταβολή του pH, του ολικού αζώτου κατά Kjeldahl (TKN) και της περιεκτικότητας σε οργανικό άνθρακα (TOC) σύμφωνα με τις πρότυπες μεθόδους ανάλυσης ^[8]. Επίσης, καταγράφηκε και η χρονική μεταβολή των χρωματικών μεταβλητών L, a, b, h, C και ΔE, με τη χρήση του χρωματόμετρου Hach Lange LMG ^[7]. Το χρωματόμετρο χρησιμοποιεί την συνηθέστερη διεθνή γεωμετρία προβολής d/8⁰, καθώς και επιτρέπει την ανίχνευση μεταμερισμού.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο **Σχήμα 1** παρουσιάζονται οι τιμές του pH, του ολικού αζώτου κατά Kjeldahl (TKN) και οι περιεκτικότητες σε τέφρα (Ash) και οργανικό άνθρακα (TOC). Η αύξηση του pH οφείλεται στην αποδόμηση των οργανικών οξέων και την ταυτόχρονη απελευθέρωση αμμωνίας από τον σωρό της κομποστοποίησης. Παρατηρείται η απουσία απωλειών αζώτου κατά τη διάρκεια της

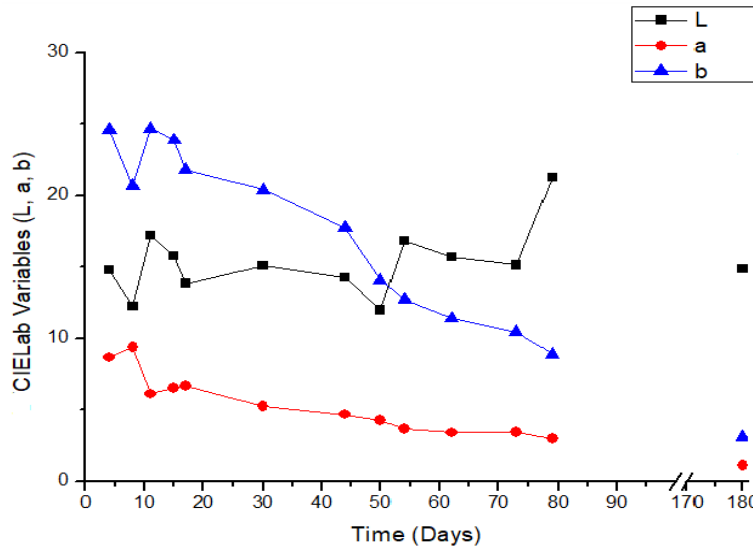
κομποστοποίησης, η οποία σε συνδυασμό με την απώλεια της οργανικής ύλης και της συρρίκνωσης του υλικού οδηγούν σε αύξηση της περιεκτικότητας του κομπόστ σε άζωτο. Η σταδιακή και ήπια αύξηση του ποσοστού του κομπόστ σε τέφρα, η οποία έχει ως επακόλουθο την μείωση του ποσοστού σε οργανικό άνθρακα, σηματοδοτεί την αποδόμηση της οργανικής ύλης από τους μικροοργανισμούς της κομποστοποίησης. Παρατηρείται μικρή μεταβολή στις τιμές και των τεσσάρων προαναφερθέντων φυσικοχημικών παραμέτρων, οι οποίες δεν έφτασαν στις επιθυμητές θεωρητικές τελικές τιμές λόγω παρεμπόδισης της κομποστοποίησης από ακραία καιρικά φαινόμενα (έντονες βροχοπτώσεις). Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι ενώ επιτεύχθηκε συγκεκριμένου βαθμού αποδόμηση της οργανικής ύλης, η διαδικασία της κομποστοποίησης διακόπηκε προτού φτάσει στο στάδιο της ωρίμανσης.



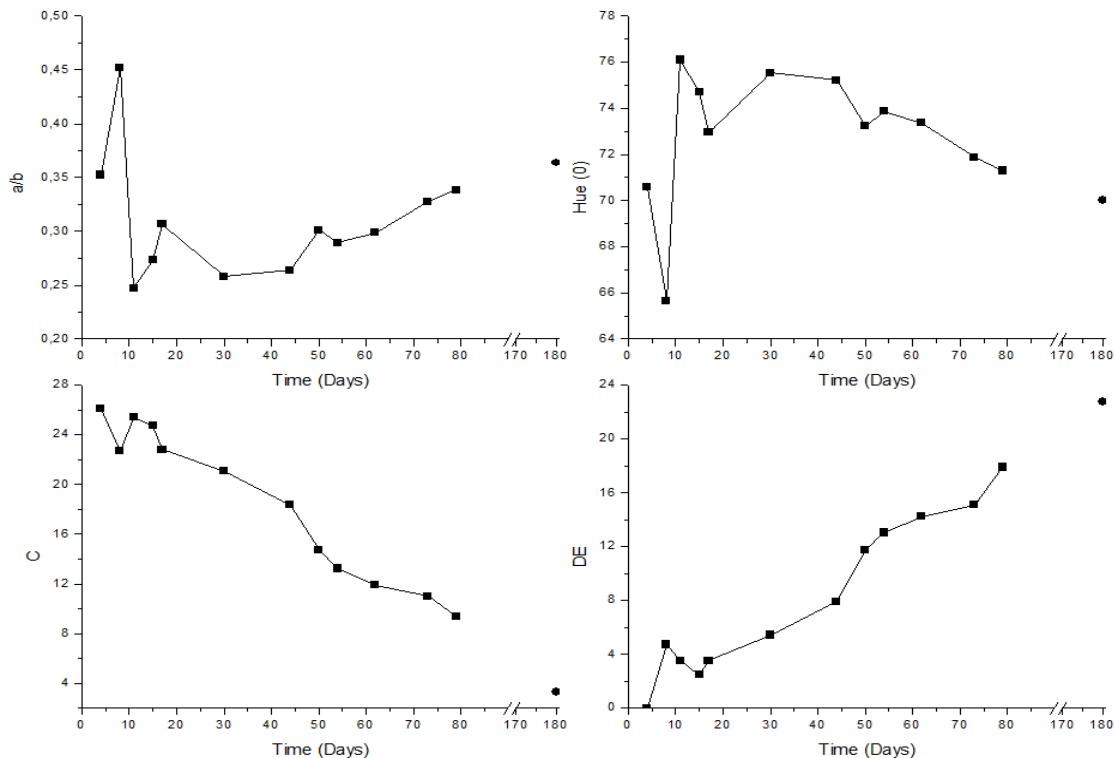
Σχήμα 1. Μεταβολή pH, TKN%, Ash% και TOC% του σωρού της κομποστοποίησης σε σχέση με το χρόνο

Στο **Σχήμα 2** παρουσιάζονται οι τιμές των χρωματικών μεταβλητών L, a και b και στο **Σχήμα 3** οι μεταβλητές a/b, h, C και ΔΕ του μοντέλου CIELab. Για την ύπαρξη σφαιρικής εικόνας της μεταβολής του χρώματος του κομπόστ, εφόσον η συγκεκριμένη κομποστοποίηση διακόπηκε πριν από το στάδιο της ωρίμανσης, παρουσιάζονται και οι χρωματικές μεταβλητές ενός τελικού ώριμου προϊόντος κομποστοποίησης άλλης περιόδου, η οποία έλαβε χώρα αξιοποιώντας την ίδια μέθοδο και πρώτη ύλη με την κομποστοποίηση της παρούσας εργασίας. Παρατηρείται πως η μεταβλητή L δεν έχει σταθερή μεταβολή με την πάροδο του χρόνου. Αντιθέτως, η χρωματική μεταβλητή a ελαττώνεται σταδιακά κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης με αρχική τιμή 8.67 και τελική τιμή 3.01. Η φθίνουσα τάση της μεταβλητής a συμφωνεί και με την τιμή του τελικού προϊόντος 1.12. Παρατηρείται παρόμοια μεταβολή και για την μεταβλητή b, η οποία σταδιακά ελαττώνεται με αρχική και τελική τιμή 24.59 και 8.89 αντίστοιχα. Η τιμή της μεταβλητής b του τελικού προϊόντος, η οποία είναι 3.09, ταυτίζεται με τη φθίνουσα πορεία της μεταβλητής. Οι μεταβλητές a/b και h στην αρχή της κομποστοποίησης παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις, ενώ μετά το πέρας της 15^{ης} μέρας παρατηρείται σταθερή μεταβολή, αύξηση και ελάττωση αντίστοιχα, η οποία συμφωνεί και με τις τιμές των δύο μεταβλητών του τελικού προϊόντος. Παρατηρείται επίσης η σταθερή μεταβολή των μεταβλητών C και ΔΕ με την πάροδο του χρόνου, η οποία ταυτίζεται με τις τιμές των δύο μεταβλητών του τελικού προϊόντος κομποστοποίησης. Η χρωματική πυκνότητα (C) ελαττώνεται

διαρκώς με αρχική και τελική τιμή 26.08 και 9.39 αντίστοιχα, ενώ η ολική μεταβολή χρώματος (ΔE) αυξάνεται με αρχική και τελική τιμή 0 και 17.89. Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως η μεταβολή του χρώματος του κομπόστ, εφόσον είναι σταθερή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του σταδίου στο οποίο βρίσκεται η κομποστοποίηση. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση των χρωματικών μεταβλητών a , b , C και ΔE σε όλη τη διάρκεια της κομποστοποίησης, ενώ οι χρωματικές μεταβλητές a/b και h μπορούν να αξιοποιηθούν μετά το πέρας της 15^{ης} μέρας της διεργασίας.



Σχήμα 2. Μεταβολή των χρωματικών μεταβλητών L , a και b του κομπόστ σε σχέση με το χρόνο



Σχήμα 3. Μεταβολή των χρωματικών μεταβλητών a/b , h , C και ΔE του κομπόστ σε σχέση με το χρόνο

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι συντελεστές γραμμικής συσχέτισης (R^2) των φυσικοχημικών παραμέτρων με τις χρωματικές μεταβλητές του κομπόστ για το χρονικό διάστημα 0 έως 80 ημερών. Παρατηρείται ότι την μεγαλύτερη γραμμική συσχέτιση ($R^2 > 0.90$) παρουσιάζουν οι χρωματικές μεταβλητές a , b , C και ΔE με την περιεκτικότητα του κομπόστ σε οργανικό άνθρακα (TOC),

ακολουθούμενη από το ποσοστό του ολικού αζώτου κατά Kjeldahl (TKN). Το pH παρουσιάζει ικανοποιητικές τιμές R^2 (>0.85) με τις μεταβλητές b, C και ΔE, ενώ δεν συσχετίζεται γραμμικά εξίσου ικανοποιητικά με την μεταβλητή a ($R^2 < 0.77$). Ο λόγος C/N παρατηρείται πως συσχετίζεται γραμμικά με ικανοποιητικές τιμές R^2 (>0.80) με τις μεταβλητές a, C και ΔE, ενώ δεν συσχετίζεται γραμμικά εξίσου ικανοποιητικά με την μεταβλητή b ($R^2 < 0.78$). Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως οι χρωματικές μεταβλητές a, b, C και ΔE μπορούν να αξιοποιηθούν για τον προσδιορισμό του οργανικού άνθρακα, του ολικού αζώτου, του pH, και του λόγου C/N σε όλη τη διάρκεια της κομποστοποίησης. Οι συγκεκριμένες φυσικοχημικές παράμετροι αποτελούν δείκτες ωρίμανσης της κομποστοποίησης ^[8] και επομένως η υψηλή γραμμική συσχέτισή τους με τις χρωματικές μεταβλητές a, b, C και ΔE ενισχύει την ικανότητα αξιοποίησης της μέτρησης του χρώματος για τον προσδιορισμό του σταδίου της κομποστοποίησης και της ωριμότητας του κομπόστ.

Στον **Πίνακα 2** παρουσιάζονται οι συντελεστές γραμμικής συσχέτισης (R^2) των φυσικοχημικών παραμέτρων με τις χρωματικές μεταβλητές του κομπόστ για το χρονικό διάστημα 15 έως 80 ημερών. Παρατηρείται ότι, όπως και προηγουμένως, την μεγαλύτερη γραμμική συσχέτιση παρουσιάζουν οι μεταβλητές a, b, C και ΔE με την περιεκτικότητα του κομπόστ σε οργανικό άνθρακα (TOC), ακολουθούμενη από το ποσοστό του ολικού αζώτου κατά Kjeldahl (TKN), με τιμές R^2 υψηλότερες από τις αντίστοιχες της περιόδου 0 έως 80 ημερών (βλ. **Πίνακα 1**). Οι γραμμικοί συντελεστές του pH παράμειναν σταθεροί. Ο λόγος C/N παρουσιάζει αυξημένη γραμμική συσχέτιση με τις μεταβλητές a, C και ΔE, ενώ πλέον συσχετίζεται επαρκώς και με την μεταβλητή b. Σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο χρονικών περιόδων, 15-80 και 0-80 ημερών, είναι πως στο διάστημα 15 έως 80 ημερών το ποσοστό του οργανικού άνθρακα (TOC), εμφανίζει ικανοποιητικό R^2 (>0.84) και με τις χρωματικές μεταβλητές a/b και h. Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό πως οι επιμέρους φυσικοχημικές παράμετροι (pH, TKN, TOC, C/N) καθώς και το στάδιο της κομποστοποίησης και η ωριμότητα του κομπόστ, μπορούν να προσδιοριστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια μετά την 15^η ημέρα της διεργασίας μέσω της μέτρησης του χρώματος του κομπόστ.

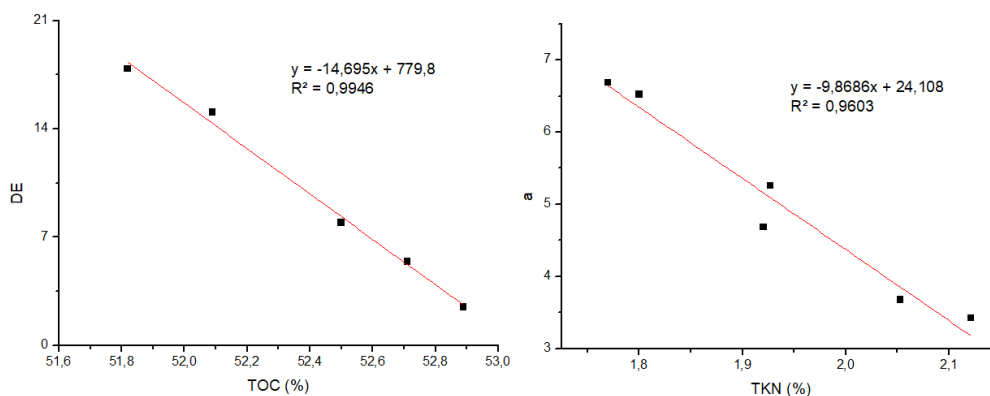
Πίνακας 1. Συντελεστές γραμμικής συσχέτισης (R^2) των φυσικοχημικών παραμέτρων με τις χρωματικές μεταβλητές του κομπόστ για το χρονικό διάστημα $t=0-80$ μέρες.

Φυσικοχημικές παράμετροι	Χρωματικές μεταβλητές CIE Lab						
	L	a	b	h	C	a/b	ΔE
pH	0.110	0.774	0.854	0.099	0.869	0.101	0.874
TOC (%)	0.374	0.841	0.907	0.011	0.942	0.013	0.937
TKN (%)	0.010	0.934	0.870	0.014	0.892	0.015	0.903
C/N	0.070	0.931	0.783	0.009	0.806	0.010	0.824

Πίνακας 2. Συντελεστές γραμμικής συσχέτισης (R^2) των φυσικοχημικών παραμέτρων με τις χρωματικές μεταβλητές του κομπόστ για το χρονικό διάστημα $t=15-80$ μέρες.

Φυσικοχημικές παράμετροι	Χρωματικές μεταβλητές CIE Lab						
	L	a	b	h	C	a/b	ΔE
pH	0.110	0.774	0.854	0.099	0.869	0.101	0.874
TOC (%)	0.451	0.951	0.981	0.819	0.980	0.821	0.995
TKN (%)	0.212	0.961	0.915	0.141	0.929	0.142	0.933
C/N	0.269	0.955	0.879	0.192	0.887	0.194	0.900

Στο **Σχήμα 4** παρουσιάζονται ενδεικτικά τα καλύτερα διαγράμματα γραμμικής συσχέτισης των φυσικοχημικών παραμέτρων του κομπόστ με τις χρωματικές μεταβλητές του μοντέλου CIE Lab για το χρονικό διάστημα 15 έως 80 ημερών.



Σχήμα 4. Γραμμική συσχέτιση TOC%, TKN% με τις μεταβλητές ΔΕ και α για t=15-80 μέρες

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η χρωματική μεταβολή μιας ανοιχτού τύπου κομποστοποίησης στερεών υπολειμμάτων τριφασικών ελαιοτριβείων σε σύστημα δυναμικού αερισμού με αναστρεφόμενα σειράδια. Οι χρωματικές μεταβλητές a, b, C και ΔΕ του χρωματικού μοντέλου CIELab μεταβάλλονται σταθερά σε όλη τη διάρκεια της κομποστοποίησης, ενώ οι μεταβλητές a/b και h μετά την 15^η μέρα της διεργασίας. Η ύπαρξη επαρκούς γραμμικής συσχέτισης μεταξύ συγκεκριμένων χρωματικών μεταβλητών του μοντέλου CIELab και φυσικοχημικών παραμέτρων, οι οποίες αποτελούν δείκτες ωρίμανσης του κομπόστ, επιτρέπουν τη χρήση του χρώματος του κομπόστ για τον προσδιορισμό τόσο των τιμών των επιμέρους φυσικοχημικών παραμέτρων όσο και του σταδίου της κομποστοποίησης και της ωριμότητας του κομπόστ. Η χρήση της χρωματομετρίας οδηγεί σε εμφανώς χαμηλότερο κόστος και χρόνο ελέγχου της κομποστοποίησης, καθώς η καταγραφή του χρώματος αποτελεί μια άμεση, εύκολη και φθηνή ανάλυση, σε αντίθεση με τις συμβατικές και πολύπλοκες βιβλιογραφικές αναλυτικές μεθόδους ωριμότητας του κομπόστ.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφείς εκφράζουν θερμές ευχαριστίες προς όλο το δυναμικό προσωπικό της εταιρείας Οργανοχουμική Θράκης ΙΚΕ για την συνολική συμβολή τους στη διεργασία της κομποστοποίησης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] L.F.Diaz, M. de Bertoldi, W. Bidlingmaier, eds. Was. Man. Series 8 (2007) 380.
- [2] R. Rynk, M. van de Kamp, G.B. Wilson, M.E. Singely, T.L. Richard, J.J. Kolega, F.R. Gouin, L. Laliberty, Jr., D. Kay. D.W. Murphy, H.A.J. Hoitink, W.F. Brinton. NRAES (1992) 180.
- [3] A. Vlyssides, S. Mai, E.M. Barampouti. Bior. Technol. 100 (2009) 4797-4806.
- [4] S. Dermeche, M. Nadour, C. Larroche, F. Mouliti-Mati, P. Michaud. Proc. Biochem. 48(10) (2013) 1532-1552.
- [5] A. Vlyssides, G. Lamprou, A. Vlyssidis. ed by C. Galanakis. Elsevier. Sci. Publishers (2017) 119-138.
- [6] J.A. Abbott. Postharvest. Biol. Technol. 15 (1999) 207-225.
- [7] M.A.I Khan, K. Ueno, S. Horimoto, F. Komai, T. Someya, K. Inoue, K. Tanaka, Y. Ono. Was. Man. 29 (2009) 2969-2975.
- [8] W.H. Thompson, P.B. Leege, P. Millner, M.E. Waston, eds. USCC (2002).
- [9] E. Epstein. CRC Press LLC (1997) 504.

