

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΙΙ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ
ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Κυριακοπούλου Κωνσταντίνα

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ: Πράσινες διεργασίες εκχύλισης, σχεδιασμός λειτουργικών εκχυλισμάτων φυτών και παραπροϊόντων βιομηχανικών τροφίμων. Ανάπτυξη κύκλου ζωής τους

Συμβουλευτική Επιτροπή: Μ. Κροκίδα, Αναπλ. Καθ. ΕΜΠ (επιβλέπουσα)
Α. Παππά, Αναπλ. Καθ. ΕΜΠ
Α. Δέτση, Επικ. Καθ. ΕΜΠ

Ημερομηνία Έναρξης: 16 Ιουλίου 2012

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Αντικείμενο της συγκεκριμένης διατριβής αποτελεί η ανάπτυξη και ο σχεδιασμός λειτουργικών εκχυλισμάτων από φυτά ή παραπροϊόντα της βιομηχανίας τροφίμων. Στόχος είναι η μελέτη της επίδρασης διαφόρων μεθόδων εκχύλισης, καινοτόμων πράσινων και συμβατικών, καθώς και των μεθόδων προ-επεξεργασίας των υλικών (π.χ. ξήρανση), στην ανάκτηση λειτουργικών εκχυλισμάτων πλούσιων σε βιοδραστικές ενώσεις με αντιοξειδωτική δράση. Παράλληλα, εξετάζονται οι διαφορές διεργασίες εκχύλισης ως προς το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα λαμβάνοντας υπόψη την κατανάλωση πρώτων υλών, ενέργειας, νερού και χημικών. Γίνεται σύγκριση συμβατικών μεθόδων εκχύλισης, όπως η εκχύλιση soxhlet και η συμβατική εκχύλιση με διαλύτη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, με νέες πράσινες μεθόδους, όπως η υποβοηθούμενη εκχύλιση με μικροκύματα ή με υπερήχους σε νερό για διάφορα υποστρώματα (φυτά και φρούτα) ως προς την απόδοσή τους. Τέλος, βασικός στόχος είναι η ανάπτυξη και ο σχεδιασμός διεργασιών εκχύλισης με μεγάλη απόδοση σε λειτουργικά εκχυλίσματα και παράλληλα μειωμένη επίπτωση στο περιβάλλον συσχετίζοντας των συνθηκών παραγωγής των εκχυλισμάτων με τις ιδιότητές τους και το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα.

ΣΗΜΕΡΙΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΓΝΩΣΕΩΝ

Σήμερα οι βιομηχανίες τροφίμων και καλλυντικών χρησιμοποιούν πολλά συνθετικά πρόσθετα πετροχημικής προέλευσης με δυνητικά επικίνδυνες για την υγεία και το περιβάλλον επιπτώσεις. Αυτά τα συστατικά έχουν στόχο να βελτιώσουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τελικών προϊόντων, όπως το χρώμα, την υφή, το άρωμα, τη γεύση και τη διάρκεια ζωής. Τα πιο ευρέως διαδεδομένα συνθετικά πρόσθετα σε τρόφιμα και καλλυντικά προϊόντα είναι τα συνθετικά αντιοξειδωτικά, όπως βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT) ή βουτυλοϋδροξυανισόλη (BHA), τα οποία χρησιμοποιούνται κατά κόρον σαν συντηρητικά ενώ τα τελευταία χρόνια έχουν θεωρούνται ύποπτα καρκινογόνα. Πιο συγκεκριμένα, το BHT μπορεί να προκαλέσει βλάβη του ήπατος όταν βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις, ψευδοαλλεργικές αντιδράσεις κ.α., ενώ το BHA καρκινικός όγκος και λόγω των παρενεργειών αυτών

η Ευρωπαϊκή ένωση έχει απαγορεύσει τη χρήση τους και ο αριθμός των προϊόντων που το περιέχουν προβλέπεται να μειωθεί στα επόμενα χρόνια.

Η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σχετικά με την επίδραση των συνθετικών συστατικών για την ανθρώπινη υγεία έχει οδηγήσει σε αυξημένη ζήτηση για φυσικά και ασφαλή προϊόντα. Επιπλέον, η ευρωπαϊκή νομοθεσία σχετικά με τα συστατικά των προϊόντων ειδικά στη βιομηχανία τροφίμων (κανονισμός ΕΚ 1333/2008) και τις περιβαλλοντικές πτυχές της παραγωγικής διαδικασίας (π.χ. ολοκληρωμένη πρόληψη της ρύπανσης και τον έλεγχο της οδηγίας 96/61/ΕΟΚ (IPPC)), οι κανονισμοί για Eco-διαχείριση, για τον οικολογικό έλεγχο EMAS 1836/93/ΕΚ και για την οικολογική ετικέτα 880/92/ΕΕΚ γίνονται όλο και αυστηρότεροι. Η επικρατούσα νομοθεσία επηρεάζει σημαντικά την κερδοφορία των βιομηχανιών τροφίμων και καλλυντικών, τα προϊόντα των οποίων είναι απαραίτητα, χρησιμοποιούνται ευρέως και έχουν άμεσες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Επομένως, προκειμένου οι προαναφερθείσες βιομηχανίες να διασφαλίσουν την ανταγωνιστικότητά τους και τη βιωσιμότητά τους, θα πρέπει να στραφούν σε φυσικά συστατικά και πράσινες διαδικασίες παραγωγής, ελαχιστοποιώντας τη χρήση συνθετικών πρώτων υλών, την κατανάλωση ενέργειας και την μόλυνση του περιβάλλοντος.

Στα πλαίσια του διδακτορικού, λειτουργικά εκχυλίσματα από φλοίδες ροδιού, δεντρολίβανο, δάφνη, φύλλα μαστίχας, υπολείμματα σταφυλιού, υπολείμματα ελιάς, φλοίδες πορτοκαλιού και μανταρινιού έχουν προταθεί ως συστατικά για την παραγωγή βελτιωτικών τροφίμων και καλλυντικών προϊόντων. Τα φυτά αυτά αποτελούν πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών και συγκεκριμένα φλαβονοειδών, τα οποία παρουσίασαν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση από το ΒΗΑ και το ΒΗΤ.

Συμβατικές τεχνικές εκχύλισης με διαλύτες έχουν ευρέως χρησιμοποιηθεί για την εκχύλιση αντιοξειδωτικών από φυσικές πηγές. Οι συμβατικές εκχύλισεις είναι απλές και σχετικά φθηνές, αλλά απαιτούν μεγάλο χρόνο εκχύλισης, πράγμα που μπορεί να οδηγήσει σε αποικοδόμηση των δραστικών συστατικών. Η υπερβολική χρήση τοξικών διαλυτών θεωρείται επίσης ως εξαιρετικά επιβλαβερή για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Οι εκχύλισεις παρουσία μικροκυμάτων και υπερήχων αποτελούν δύο νέες, καινοτόμες, γρήγορες και πράσινες τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση λειτουργικών εκχυλισμάτων. Πιο συγκεκριμένα, η υποβοηθούμενη με υπέρηχους εκχύλιση έχει εφαρμοστεί ευρέως για την ανάκτηση αντιοξειδωτικών λόγω της υψηλής απόδοσης της και του ρυθμού εξαγωγής, ενώ η υποβοηθούμενη από μικροκύματα εκχύλιση θεωρείται ως μια εναλλακτική μέθοδος εκχύλισης για την απελευθέρωση των βιοδραστικών ενώσεων από το υπόστρωμα του δείγματος σε σημαντικό σύντομο χρονικό διάστημα.

Στα πλαίσια της εργασίας, πραγματοποιείται μια συγκριτική μελέτη μεταξύ συμβατικών και καινοτόμων πρασίνων μεθόδων εκχύλισης. Η ανάκτηση των επιθυμητών φυσικών ενώσεων (αντιοξειδωτικά), καθώς και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κάθε μεθόδου εκχύλισης αποτελούν τους κύριους παράγοντες για την αξιολόγηση των διαφόρων τεχνικών εκχύλισης. Η συγκριτική ανάλυση του κύκλου ζωής (ΑΚΖ) διεξάγεται με τη χρήση του κατάλληλου λογισμικού και βάσεων δεδομένων, προκειμένου να αξιολογηθεί η βιωσιμότητα των επιλεγμένων μεθόδων εκχύλισης.

ΣΥΝΤΟΜΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μέσω της σύγκρισης των διαφορετικών τεχνικών εκχύλισης αντιοξειδωτικών από φλοίδες ροδιού, μανταρινιού, πορτοκαλιού, δεντρολίβανο, δάφνη, που εξετάστηκαν στα πλαίσια αυτής της μελέτης, διαπιστώθηκε ότι η υποβοηθούμενη εκχύλιση με

υπερήχους είναι η πιο βιώσιμη μέθοδος καθώς παρουσιάζει μικρό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, χαμηλό κόστος και υψηλή απόδοση σε σύντομο χρόνο λειτουργίας. Η υποβοηθούμενη εκχύλιση με μικροκύματα αποτελεί την πιο γρήγορη και φιλική προς το περιβάλλον τεχνική που παρουσιάζει ίση ή σχετικά χαμηλότερη απόδοση στην ανάκτηση των εκχυλισμάτων. Παρόλα αυτά η συνολική αντιοξειδωτική δράση μπορεί να είναι χαμηλότερη λόγω της θερμικής υποβάθμισης των δειγμάτων. Η συμβατική εκχύλιση με διαλύτη, καθώς και η τεχνική εκχύλισης με Soxhlet, θεωρείται ότι είναι χρονοβόρα και δαπανηρή λόγω της μεγάλης ποσότητας διαλυτών που χρησιμοποιεί. Επομένως, οι τεχνικές αυτές θεωρούνται δυνητικά επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία και το οικοσύστημα και εκτιμήθηκε ότι επηρεάζουν την τοξικότητα για τον άνθρωπο, ενισχύοντας επιπλέον το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την εξάντληση της στοιβάδας του όζοντος. Οι τεχνικές που εξετάστηκαν ήταν εργαστηριακής κλίμακας όμως υπάρχει δυνατότητα αναγωγής σε ανώτερη κλίμακα, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανίες τροφίμων, καλλυντικών, φαρμάκων και συμπληρωμάτων διατροφής.

ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ ΣΕ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

- Kyriakopoulou, K., Papadaki, S., Krokida, M. Natural aspect of sustainable food and cosmetics manufacturing (2013) Green Design, Materials and Manufacturing Processes - Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Intelligent Manufacturing, SIM 2013, pp. 197-201.

ΣΥΝΕΔΡΙΑ

- Διεθνές συνέδριο 1st International Conference on Food Properties (iCFP2014), January 24-26, 2014, Kuala Lumpur, Malaysia, με αναρτημένη εργασία με τίτλο 'Comparison of different extraction methods of Pistacia lentiscus var chia leaves: Yield, chemical composition and antioxidant activity'.
- Διεθνές συνέδριο 9th SETAC LCA Case Study Symposium, 11-13 November 2013 Rome, Italy, με αναρτημένη εργασία με τίτλο 'Life cycle assessment of the recovery of antioxidants from pomegranate by-products'.
- Διεθνές συνέδριο 5th International Symposium on Delivery of Functionality in Complex Food Systems- Physically-Inspired Approaches from the Nanoscale to the Microscale, 30/9- 3/10/2013, Haifa, Israel με αναρτημένη εργασία με τίτλο 'Recovery of antioxidants from pomegranate by-products'.
- Διεθνές συνέδριο International Conference on Sustainable Intelligent Manufacturing (SIM2013), 26-30 June 2013 Lisbon, Portugal, με αναρτημένη εργασία με τίτλο 'Natural Aspects of Sustainable Food and Cosmetics Manufacturing'.
- 9ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο Χημικής Μηχανικής, 23-25 Μαΐου 2013, Αθήνα, με αναρτημένη εργασία με τίτλο «Περιβαλλοντική αξιολόγηση μεθόδων εκχύλισης φυτικών βιοδραστικών ουσιών».