

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΥ Β-ΓΑΛΑΚΤΟΖΙΔΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΑΛΑΚΤΟΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΩΝ ΑΠΟ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Α. Λημναίος^{1,*}, Α. Ζέρβα², Ε. Τόπακας², Π. Ταούκης¹

¹Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Σχολή Χημικών Μηχανικών,
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα

²Εργαστήριο Βιοτεχνολογίας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα
(*alimnaios@chemeng.ntua.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο όξινος ορός, το βασικό παραπροϊόν της βιομηχανίας στραγγιστού γιαουρτιού, εκτός της δυσκολίας λόγω της τεράστιας ποσότητας στην οποία παράγεται, παράλληλα φέρει υψηλές συγκεντρώσεις λακτόζης, ενώ έχει ιδιαίτερα χαμηλή τιμή pH, καθιστώντας αδύνατη τη διαχείρισή του στα υπάρχοντα συστήματα βιολογικού καθαρισμού. Η άμεση απόρριψη του ορού στο περιβάλλον θα προκαλούσε κατανάλωση τεράστιων ποσοτήτων οξυγόνου, με αποτέλεσμα την καταστροφή της υδρόβιας ζωής στους υδάτινους αποδέκτες^[1,2]. Σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι μεγαλύτερες γαλακτοβιομηχανίες της Ελλάδας βρίσκονται πολύ κοντά σε αστικά κέντρα, η επίλυση του περιβαλλοντικού προβλήματος κρίνεται επιτακτική. Σκοπός της παρούσας έρευνας αποτελεί η αξιοποίηση του όξινου ορού μέσω της ανάπτυξης νέων βιοκαταλυτών με καινοτόμες ιδιότητες για την παραγωγή συστατικών υψηλής διατροφικής αξίας, όπως οι γαλακτοολιγοσακχαρίτες (GOS).

Στο πλαίσιο αυτό, μια καινοτόμος β-γαλακτοζιδάση (*TtbGal1*), το γονίδιο της οποίας απομονώθηκε από το γονιδίωμα του θερμοφίλου μύκητα *Thielavia terrestris*, εκφράσθηκε ετερόλογα στη ζύμη *Pichia pastoris* και το ανασυνδυασμένο ένζυμο απομονώθηκε σε καθαρή μορφή. Στη συνέχεια, η νέα λακτάση αξιολογήθηκε ως προς την ικανότητά της να παράγει GOS σε πρότυπα υποστρώματα και όξινο ορό, με σκοπό τη βελτιστοποίηση της παραγωγής των επιθυμητών προϊόντων, αναφορικά με μια ποικιλία παραμέτρων, όπως το pH, η θερμοκρασία, η συγκέντρωση του ενζύμου και του υποστρώματος και ο χρόνος της αντίδρασης. Παράλληλα, μελετήθηκε και η επίδραση διαφόρων ουσιών στη δράση του ενζύμου, όπως η παρουσία ιόντων. Η ανάλυση των παραγόμενων GOS πραγματοποιήθηκε μέσω χρωματογραφικών τεχνικών υψηλής απόδοσης.

Τα αποτελέσματα της εν λόγω έρευνας έδειξαν ότι η καινοτόμος β-γαλακτοζιδάση δρα βέλτιστα σε τιμή pH του υποστρώματος ίση με 4,0 και σε θερμοκρασία 60°C, ενώ παραμένει θερμοσταθερή για 24 h σε θερμοκρασία έως 50°C, συνθήκες ιδανικές για την εφαρμογή του ενζύμου σε υπόστρωμα όξινου ορού. Επίσης, η δράση του ενζύμου δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την παρουσία ιόντων, όπως Mg²⁺, Na⁺, K⁺ και Ca²⁺, τα οποία περιέχονται στον ορό. Αναφορικά με την παραγωγή GOS από διάλυμα καθαρής λακτόζης, ο μέγιστος βαθμός απόδοσης ανήλθε σε 23,2% στις άριστες συνθήκες (50°C, pH=4,0), για συγκέντρωση λακτόζης ίση με 200 g/L και ενεργότητα ενζύμου ίση με 2,5 U/mL, έπειτα από 8 h αντίδρασης. Για μεγαλύτερους χρόνους παρατηρήθηκε υδρόλυση των σχηματιζόμενων GOS, όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία^[3]. Τέλος, η εφαρμογή του ενζύμου σε υπόστρωμα όξινου ορού παρουσίασε μέγιστο βαθμό απόδοσης σε GOS ίσο με 19,3%, για περιεκτικότητα υποστρώματος 10% w/v σε λακτόζη και ενεργότητα ενζύμου ίση με 2,5 U/mL, έπειτα από 6 h αντίδρασης στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και τιμής pH. Συνεπώς, η καινοτόμος β-γαλακτοζιδάση *TtbGal1* φαίνεται να αποτελεί ένα νέο βιοτεχνολογικό εργαλείο για τον σχεδιασμό μιας βιώσιμης βιοδιεργασίας, όπως η αξιοποίηση του όξινου ορού προς παραγωγή συστατικών υψηλής αξίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Fischer C., Kleinschmidt T. (2015). Synthesis of galactooligosaccharides using sweet and acid whey as a substrate. *International Dairy Journal* 48: 15-22.
- [2] Smithers G.W. (2008). Whey and whey proteins—From ‘gutter-to-gold’. *International Dairy Journal* 18: 695-704.
- [3] Silverio S. C., Macedo E. A., Teixeira J. A. and Rodrigues L. R. (2018). New beta-galactosidase producers with potential for prebiotic synthesis. *Bioresour Technol* 250: 131-139.