

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΒΙΟΚΑΤΑΛΥΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΟΞΙΝΟΥ ΟΡΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΛΑΚΤΟΖΗΣ ΣΕ ΓΑΛΑΚΤΟΟΛΙΓΟΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ

Α. Λημναίος<sup>1,\*</sup>, Ε. Τσίκα<sup>1</sup>, Ν. Κοριαλού<sup>1</sup>, Α. Ζέρβα<sup>2</sup>, Μ. Τσεβδού<sup>1</sup>, Ε. Τόπακας<sup>2</sup>, Π. Ταούκης<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα

<sup>2</sup> Εργαστήριο Βιοτεχνολογίας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα

\* [alimnaios@chemeng.ntua.gr](mailto:alimnaios@chemeng.ntua.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το στραγγιστό γιαούρτι είναι ένα γαλακτοκομικό προϊόν υψηλής διατροφικής αξίας με παγκόσμια απήχηση. Η παραγωγή του, ωστόσο, εγείρει προβλήματα διαχείρισης παραπροϊόντων, σχετιζόμενα με τις μεγάλες ποσότητες όξινου ορού που αποβάλλονται, του οποίου η επεξεργασία σε συμβατικές μονάδες βιολογικού καθαρισμού καθίσταται προβληματική<sup>[1]</sup>. Καινοτόμες διεργασίες διερευνώνται για την αξιοποίησή του προς την κατεύθυνση προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας. Από την λακτόζη του όξινου ορού μπορούν να συντεθούν βιοκαταλυτικά πρεβιοτικοί γαλακτοολιγοσακχαρίτες<sup>[2], [3]</sup>.

Μελετήθηκε η παραγωγή γαλακτοολιγοσακχαριτών από όξινο ορό, καταλυόμενη από δύο εμπορικές (από τους *Aspergillus oryzae* και *Kluyveromyces lactis*) και μία καινοτόμο β-γαλακτοζιδάση (από τον θερμόφιλο *Thermothielavioides terrestris*), συναρτήσει της αρχικής περιεκτικότητας του ορού σε λακτόζη, του ενζυμικού φορτίου, του pH και της θερμοκρασίας. Η σύσταση του παραγόμενου μίγματος γαλακτοολιγοσακχαριστών μελετήθηκε μέσω Χρωματογραφίας Ανιονεναλλαγής Υψηλής Απόδοσης με Παλμικό Αμπερομετρικό Ανιχνευτή.

Τα αποτελέσματα ποσοτικοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας τον βαθμό απόδοσης της αντίδρασης σε γαλακτοολιγοσακχαρίτες ( $\gamma_{GOS}$ ), ως το ποσοστό της συνολικής περιεκτικότητας σε παραγόμενους γαλακτοολιγοσακχαρίτες προς την αρχική περιεκτικότητα σε λακτόζη. Η παραγωγή γαλακτοολιγοσακχαριτών ήταν συνάρτηση του βιοκαταλύτη που χρησιμοποιήθηκε. Μέγιστος  $\gamma_{GOS} = 26,1 \pm 1,0$  % επετεύχθη έπειτα από 7 h αντίδρασης χρησιμοποιώντας 4 U/mL β-γαλακτοζιδάσης από τον *A. oryzae*, στους 45°C και σε τιμή pH ίση με 4,5, για αρχική περιεκτικότητα του ορού σε λακτόζη ( $C_{lac(0)}$ ) ίση με 20 % w/v. Παρόμοια, μέγιστος  $\gamma_{GOS} = 37,0$  % επετεύχθη έπειτα από 2 h αντίδρασης χρησιμοποιώντας 0,052 U/mL β-γαλακτοζιδάσης από τον *K. lactis*, στους 40 °C και σε τιμή pH ίση με 7,2, για  $C_{lac(0)} = 14$  % w/v. Όταν χρησιμοποιήθηκε το καινοτόμο ένζυμο από τον *T. terrestris*, μέγιστος  $\gamma_{GOS} = 26,5 \pm 2,6$  % επετεύχθη έπειτα από 10 h αντίδρασης με 2 U/mL ενζύμου, στους 50 °C και σε τιμή pH ίση με 4,5, για  $C_{lac(0)} = 20$  % w/v.

Παρόλο που η β-γαλακτοζιδάση από τον *K. lactis* οδήγησε σε υψηλότερους  $\gamma_{GOS}$ , οδήγησε στην ταχύτερη αποδόμηση των συντιθέμενων προϊόντων, καθώς και την καταβύθιση της λακτόζης, λόγω ρύθμισης του pH, δυσχεραίνοντας τον έλεγχο της διεργασίας. Συγκρίνοντας τους δύο οξόφιλους βιοκαταλύτες, παρά τους παραπλήσιους  $\gamma_{GOS}$  που επιτεύχθηκαν, η υψηλότερη θερμοκρασία δράσης της καινοτόμου λακτάσης, συμβατή με την διεργασία συμπύκνωσης που προηγείται της βιοκαταλυτικής παραγωγής GOS, παρουσιάζει σημαντικό πλεονέκτημα.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** όξινος ορός γιαούρτης, γαλακτοολιγοσακχαρίτες, β-γαλακτοζιδάση, πρεβιοτικά

**ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ**

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνεΚ) (κωδικός έργου: Τ2ΕΔΚ-00783) και στα πλαίσια διδακτορικής διατριβής η οποία υποστηρίχθηκε με υποτροφία από τον Ειδικό Λογαριασμό Κονδυλίων Έρευνας Ε.Μ.Π..

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- [1] Božanić R., Barukčić I., Lisak K., Tratnik J. and L. (2014). *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences* 2 (7): 1-7.
- [2] Fischer C., & Kleinschmidt T. (2018) *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 17 (3): 678-697.
- [3] Zerva A., Limnaios A., Kritikou A. S., Thomaidis N. S., Taoukis P., & Topakas E. (2021). *New Biotechnology* 63: 45-53.