

## ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕ ΠΡΕΒΙΟΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ Β-ΓΑΛΑΚΤΟΖΙΔΑΣΗΣ ΣΕ ΟΞΙΝΟ ΚΑΙ ΓΛΥΚΟ ΟΡΟ

Α. Λημναίος<sup>1,\*</sup>, Ε. Τσίκα<sup>1</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

Ο όξινος και ο γλυκός ορός αποτελούν τα δύο κύρια παραπροϊόντα της γαλακτοβιομηχανίας. Ο όξινος ορός αποτελεί το λεπρόρρευστο υγρό που αποβάλλεται κατά την παραγωγή στραγγιστού γιαουρτιού, ενώ ο γλυκός ορός αποτελεί το παραπροϊόν της πήξης του γάλακτος κατά την τυροκόμηση<sup>[1,2]</sup>. Και οι δύο τύποι ορού έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λακτόζη, καθιστώντας τους μια εξαιρετική πρώτη ύλη για την παραγωγή πρεβιοτικών συστατικών, όπως οι γαλακτοολιγοσακχαρίτες (galacto-oligosaccharides, GOS).

Οι GOS αποτελούν συστατικά με πρεβιοτικές ιδιότητες (prebiotics), παρόμοιες με αυτές των ολιγοσακχαριτών του μητρικού γάλακτος (Human Milk Oligosaccharides, HMOs)<sup>[3]</sup>, καθιστώντας τους GOS σημαντικό συστατικό κυρίως των βρεφικών και παιδικών τροφών. Οι GOS αποτελούν το προϊόν της ενζυμικής κατάλυσης του ολιγομερισμού της λακτόζης, διεργασία η οποία καλείται τρανσγαλακτοζύλιωση και καταλύεται από το ένζυμο της β-γαλακτοζιδάσης<sup>[4]</sup>.

Στην παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε συγκριτική μελέτη της παραγωγής GOS από όξινο και γλυκό ορό, μέσω της καινοτόμου εφαρμογής της β-γαλακτοζιδάσης από τον ζυμομύκητα *Kluyveromyces lactis*. Η παραγωγή GOS και η αριστοποίηση της διαδικασίας αυτής μελετήθηκε αναφορικά με διάφορες παραμέτρους, όπως η προέλευση του υποστρώματος λακτόζης (όξινος ή γλυκός ορός), η ενεργότητα του ενζύμου, η θερμοκρασία της ενζυμικής δράσης, καθώς και η τιμή του pH του υποστρώματος. Επιπλέον, μελετήθηκε η επίδραση της παρουσίας άλλων συστατικών του ορού στην απόδοση της ενζυμικής αντίδρασης, όπως οι πρωτεΐνες ορού και διάφορα άλατα. Τα παραγόμενα συστατικά αναλύθηκαν μέσω χρωματογραφικών μεθόδων υψηλής απόδοσης.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προέκυψε ότι η μετατροπή της λακτόζης του ορού σε GOS με χρήση β-γαλακτοζιδάσης από *K. lactis* επηρεάζεται σημαντικά από την προέλευση του υποστρώματος. Η συγκεκριμένη λακτάση δρα βέλτιστα κοντά στο ουδέτερο pH (6,8-7,0), με αποτέλεσμα, όταν εφαρμόζεται σε όξινο ορό, να απαιτείται αύξηση της χαμηλής τιμής pH (4,2-4,5) του συγκεκριμένου υποστρώματος, οδηγώντας σε κρυστάλλωση και καταβύθιση της λακτόζης και μειώνοντας την απόδοση της ενζυμικής αντίδρασης. Όσον αφορά στην επίδραση της θερμοκρασίας της ενζυμικής αντίδρασης, αυτή μελετήθηκε στο θερμοκρασιακό εύρος 30-50°C, με την άριστη θερμοκρασία της ενζυμικής δράσης να είναι οι 37°C, τόσο από πλευράς ενεργότητας όσο και θερμοσταθερότητας του ενζύμου. Τέλος, αναφορικά με την παρουσία άλλων συστατικών στον ορό, βρέθηκε ότι ο ολιγομερισμός της λακτόζης του ορού δεν επηρεάζεται από την παρουσία πρωτεϊνών, ωστόσο η παρουσία αλάτων δύναται να επιφέρει μεταβολή της ενζυμικής δραστηριότητας.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Jelen P. (2011). WHEY PROCESSING | Utilization and Products. In: Encyclopaedia of Dairy Sciences. Fuquay J.W., Fox P.F. and Mc Sweeney P.L.H. (Eds.). Elsevier Ltd., pp. 731-737.
- [2] Nishanthi M., Vasiljevic T., Chandrapala J. (2017). Properties of whey proteins obtained from different whey streams. International Dairy Journal 66: 76-83.
- [3] Yin H., Bultema J.B., Dijkhuizen L., van Leeuwen S.S. (2017). Reaction kinetics and galactooligosaccharide product profiles of the β-galactosidases from *Bacillus circulans*, *Kluyveromyces lactis* and *Aspergillus oryzae*. Food Chemistry 225: 230-238.
- [4] Torres D.P.M., Gonçalves M.D.P.F., Teixeira J.A., Rodrigues L.R. (2010). Galacto-Oligosaccharides: Production, Properties, Applications, and Significance as Prebiotics. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 9: 438-454.