

ΞΗΡΑΝΣΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΜΕ ΚΑΤΑΨΥΞΗ ΚΑΙ ΜΕ ΨΕΚΑΣΜΟ - ΜΕΛΕΤΗ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΚΟΝΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΥΣΤΑΜΕΝΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ

Κ. Κωβαίος, Τ. Κεκές, Γ. Φρακολάκη, Μ. Κατσούλη, Β. Γιάννου, Κ. Τζιά*
Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα
(*tzia@chemeng.ntua.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το γιαούρτι είναι ένα από τα πιο δημοφιλή γαλακτοκομικά προϊόντα λόγω της υψηλής διατροφικής του αξίας και των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών. Ωστόσο, η εμπορευματοποίησή του περιορίζεται καθώς, ένεκα της ευαίσθητης φύσης του, απαιτεί αυστηρές και ειδικές συνθήκες κατά τη μεταφορά και την αποθήκευσή του. Η ξήρανση είναι μία από τις παλαιότερες τεχνικές για την επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των τροφίμων και η εφαρμογή της στο γιαούρτι θεωρείται επωφελής, καθώς η παραγόμενη σκόνη συνεπάγεται μικρότερο κόστος συσκευασίας και αποθήκευσης, ενώ παράλληλα δεν απαιτεί συνθήκες αποθήκευσης υπό ψύξη^[1]. Επιπλέον, το γιαούρτι σε σκόνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συστατικό σε προϊόντα τροφίμων όπως προϊόντα ζαχαροπλαστικής και αρτοποιίας, επιδόρπια γιαουρτιού με φρούτα ή λαχανικά, στιγμιαία ροφήματα, βάσεις για σούπες και σάλτσες ή/και να καταναλωθεί άμεσα μετά την ανασύστασή του^[2]. Στην τελευταία περίπτωση, είναι επιθυμητή η ουσιαστική διατήρηση των αρχικών ιδιοτήτων του γιαουρτιού στο ανασυσταμένο προϊόν.

Σκοπός της εργασίας ήταν η παραγωγή αφυδατωμένου γιαουρτιού με ξήρανση υπό κατάψυξη ή με ψεκασμό και η ανασύστασή του. Για να επιτευχθούν οι επιθυμητές ιδιότητες του πηγματος στο ανασυσταμένο γιαούρτι, ενσωματώθηκαν αραβικό κόμμι, CMC (καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη), πηκτίνη, ζελατίνη, και πρωτεΐνη ορού γάλακτος σε διαφορετικές συγκεντρώσεις (1, 2 και 3% κ.β. των στερεών του γιαουρτιού) πριν ή μετά την ξήρανση του γιαουρτιού. Εξετάστηκαν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της παραγόμενης σκόνης (ενεργότητα νερού, πορώδες, διαβροχή, διαλυτότητα, χρώμα και pH) όπως και τα χαρακτηριστικά των ανασυσταμένων προϊόντων γιαουρτιού (ιξώδες, υφή, οξύτητα, pH και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά), προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση των διαφορετικών μεθόδων και παραμέτρων ξήρανσης στις ιδιότητες του τελικού ανασυσταμένου προϊόντος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής, η διακύμανση της ζήτησης ανάλογα με τη χρονική περίοδο και τη γεωγραφική περιοχή έχουν δημιουργήσει ανάγκες για τρόφιμα με μεγάλη διάρκεια ζωής, εύκολα στην αποθήκευση και τη μεταφορά τους. Τα αφυδατωμένα/ξηραμένα τρόφιμα καλύπτουν όλες αυτές τις ανάγκες και αποτελούν σπουδαίο τομέα έρευνας τις τελευταίες δεκαετίες. Η ξήρανση με κατάψυξη ή με ψεκασμό θεωρούνται οι δημοφιλέστερες μέθοδοι ξήρανσης των τροφίμων. Η ξήρανση με κατάψυξη επιφέρει ελάχιστη υποβάθμιση στο προϊόν, αποτελεί όμως μία δαπανηρή διεργασία λόγω των συνθηκών λειτουργίας (πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και πιέσεις). Τα τελευταία χρόνια, ο κατάλληλος σχεδιασμός και ο βελτιωμένος εξοπλισμός έχουν καταστήσει τη μέθοδο αυτή οικονομικά πιο προσιτή. Η ξήρανση με ψεκασμό χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στη βιομηχανία του γάλακτος, προκαλεί μικρή υποβάθμιση του προϊόντος λόγω των χρησιμοποιούμενων υψηλών θερμοκρασιών, ενώ πρόκειται για μία οικονομική διεργασία. Οι δύο ανωτέρω μέθοδοι εξετάστηκαν και στην παρούσα εργασία.

Γιαούρτι σε μορφή σκόνης είναι ήδη εμπορεύσιμο και χρησιμοποιείται σε επικαλύψεις, ως συστατικό γέμισης ή για την πρόσδοση χαρακτηριστικού αρώματος στην αρτοποιία, την ζαχαροπλαστική, και γενικότερα στη βιομηχανία τροφίμων. Η έρευνα για παραγωγή σκόνης γιαουρτιού με βελτιωμένα χαρακτηριστικά μπορεί να καλύψει τις υπάρχουσες ανάγκες ή και να διευρύνει τις χρήσεις της. Στην παραγωγή γιαουρτιού χρησιμοποιούνται συχνά ουσίες (π.χ. κόμμεα ή υδροκολλοειδή) ως σταθεροποιητές του πηγματος ή ως μέσα για την καλύτερη

ενσωμάτωση γεύσεων και αρωμάτων. Το αραβικό κόμμι, το CMC, η πηκτίνη, η ζελατίνη και η πρωτεΐνη ορού γάλακτος χρησιμοποιούνται ευρέως στη γαλακτοβιομηχανία. Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η προσθήκη των συστατικών αυτών σε διαφορετικά ποσοστά πριν ή μετά την ξήρανση του γιαουρτιού και μελετήθηκε η επίδραση στα χαρακτηριστικά της σκόνης και στις ιδιότητες του ανασυσταμένου προϊόντος.

ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η παραγωγή αφυδατωμένου γιαουρτιού σε μορφή σκόνης με βελτιωμένα χαρακτηριστικά και η μετέπειτα ανασύστασή της, ώστε το τελικό ανασυσταμένο προϊόν να προσεγγίζει τα χαρακτηριστικά του αρχικού γιαουρτιού από το οποίο προέρχεται. Χρησιμοποιούνται υδροκολλοειδή, τα οποία προστίθενται πριν την ξήρανση του γιαουρτιού ή κατά την ανασύσταση της σκόνης αυτού. Για αυτό διενεργήθηκαν τα παρακάτω πειράματα.

1) Παραγωγή σκόνης γιαουρτιού διαφορετικών λιπαρών, με ξήρανση υπό κατάψυξη.

Αναμεμιγμένα γιαούρτια διαφορετικής περιεκτικότητας σε λιπαρά (0, 2 και 5%) καταψύχονται στους -40°C και υποβάλλονται σε ξήρανση υπό κατάψυξη (θερμοκρασία -45°C και πίεση $-0,05$ mbar). Το αφυδατωμένο γιαούρτι κονιοποιείται σε μίξερ και κοσκινίζεται με κόσκινο 500 μm . Όταν η προσθήκη υδροκολλοειδών γίνεται πριν την ξήρανση, ποσότητα υδροκολλοειδούς 1, 2, 3% κ.β. ως προς τα στερεά του γιαουρτιού προστίθεται (σε μορφή διαλύματος) στο γιαούρτι και ακολουθεί ξήρανση αυτού.

2) Ανασύσταση σκόνης γιαουρτιού προερχόμενης από ξήρανση με κατάψυξη.

Η παραγόμενη σκόνη γιαουρτιού αναμιγνύεται με κατάλληλη ποσότητα νερού, ώστε το ανασυσταμένο προϊόν να έχει περιεκτικότητα σε στερεά ίση με του αρχικού γιαουρτιού και αναδεύεται σε ομογενοποιητή για 10 min στις 4000 rpm. Όταν η προσθήκη υδροκολλοειδών γίνεται μετά την ξήρανση, ποσότητα υδροκολλοειδούς 1, 2, 3% κ.β. της σκόνης του γιαουρτιού αναμιγνύεται μαζί με τη σκόνη και το μίγμα ακολουθεί τη διαδικασία της ανασύστασης. Το ανασυσταμένο προϊόν αποθηκεύεται σε ψύξη στους 5°C .

3) Παραγωγή σκόνης γιαουρτιού 0% λιπαρών με ξήρανση με ψεκασμό σε διαφορετικές αραιώσεις (τροφοδοσία: γιαούρτι αραιωμένο κατά 20 ή 40% w/v και ομογενοποιημένο στους 20°C) και σε διαφορετικές θερμοκρασίες ξήρανσης ($T_{\text{Εισόδου}}$: 170, 185 και 190°C).

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

A. Μετρήσεις και αναλύσεις για τις παραγόμενες σκόνες γιαουρτιού

Μέτρηση ενεργότητας νερού (a_w)

Η μέτρηση της ενεργότητας του νερού έγινε με τη βοήθεια φορητού ενεργόμετρου Decagon.

Μέτρηση διαβροχής

Σε βαθμονομημένο δοκιμαστικό σωλήνα προστίθεται 1 g σκόνης ή μίγματος σκόνης γιαουρτιού και 5 mL απιονισμένου νερού, και το μίγμα αναδεύεται για 5s σε vortex. Ακολούθως, το μίγμα φυγοκεντρείται για 10 min στις 5000 rpm και μετρείται ο όγκος του υπερκείμενου υγρού. Η διαβροχή εκφράζεται ως τα mL συγκράτησης νερού ανά g σκόνης.

Μέτρηση Διαλυτότητας

Σε βαθμονομημένο δοκιμαστικό σωλήνα προστίθεται 1 g σκόνης γιαουρτιού και 5 mL απιονισμένου νερού. Το μίγμα αναδεύεται για 5s σε vortex και φυγοκεντρείται για 10 min στις 5000 rpm. Το υπερκείμενο υγρό εκχύνεται σε προζυγισμένο ποτήρι ζέσεως. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται άλλη μία φορά και το υπερκείμενο υγρό ενώνεται με το προηγούμενο και ξηραίνεται στους 105°C μέχρι σταθερού βάρους. Η διαλυτότητα υπολογίζεται ως τα g της σκόνης που απομένουν ως προς τα g του παραλαμβανόμενου υπερκείμενου υγρού.

Μέτρηση πορώδους

Ο υπολογισμός του πορώδους έγινε με βάση τον τύπο $\varepsilon = 1 - \rho_a / \rho_p$, όπου $\rho_a = \eta$ φαινόμενη πυκνότητα και $\rho_p = \eta$ πραγματική πυκνότητα. Ακόμη $\rho_a = m / V_a$ και $\rho_p = m / V_p$, όπου $m = \eta$ μάζα του δείγματος, $V_a = 0$ φαινόμενος όγκος, $V_p = 0$ πραγματικός όγκος. Για τον προσδιορισμό της φαινόμενης πυκνότητας ζυγίζεται 1 g σκόνης εντός ογκομετρικού κυλίνδρου των 10 mL. Έπειτα δονείται 32 φορές/min επί 2 min πάνω σε κατάλληλη επιφάνεια και καταγράφεται ο φαινόμενος όγκος. Ο πραγματικός όγκος των υλικών προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας στερεοπυκνόμετρο αερίου (Quantacrome multipycnometer MVP-1, FL, USA) ακριβείας 0.001 cm³. Ως αέριο χρησιμοποιήθηκε ήλιο και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Μέτρηση Χρώματος

Οι μετρήσεις του χρώματος των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν με χρωματόμετρο MINOLTA CR-200 (Minolta Company, Japan). Η χρωματική κλίμακα που χρησιμοποιείται είναι η CIELab* με χρωματικούς δείκτες: L*, a*, b* και η ολική μεταβολή του χρώματος ΔE προκύπτει από την παρακάτω εξίσωση:
$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2}$$
 όπου L*₀, a*₀, b*₀ οι παράμετροι του αρχικού δείγματος.

B. Μετρήσεις και αναλύσεις για το ανασυσταμένο γιαούρτι

Προσδιορισμός pH

Για τον προσδιορισμό του pH χρησιμοποιείται ηλεκτρονικό pH-μετρο το οποίο λαμβάνει μετρήσεις σε πλήρως ανασυσταμένο γιαούρτι σε θερμοκρασία 5°C.

Προσδιορισμός ιξώδους

Το ιξώδες μετρείται με τη χρήση του περιστροφικού ιξωδόμετρου (Brookfield/DV-II+ Pro, USA) στις 50 rpm με το στέλεχος S96 σε πλήρως ανασυσταμένο γιαούρτι στους 5°C.

Ανάλυση Υφής

Η ανάλυση υφής των δειγμάτων ανασυσταμένου γιαουρτιού έγινε με τη συσκευή Texture Analyzer TA-XT2i (Stable Microsystems) με χρήση του κυλινδρικού στελέχους TA3/1000. Οι παράγοντες που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της αντικειμενικής υφής είναι: η σκληρότητα, η συνεκτικότητα, η προσκολλησιμότητα και το κομμιώδες.

Οξύτητα

Για τη μέτρηση της οξύτητας ζυγίζονται σε κωνική φιάλη 10 g ανασυσταμένου γιαουρτιού και στη συνέχεια προστίθενται 10 mL απιονισμένου νερού και το μίγμα τιτλοδοτείται με δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Η οξύτητα εκφράζεται σε γαλακτικό οξύ (%) κατά βάρος του γιαουρτιού.

Οργανοληπτικός Έλεγχος

Η συνολική αρέσκεια των δειγμάτων πλήρως ανασυσταμένου γιαουρτιού σε θερμοκρασία 4°C εκτιμήθηκε με οργανοληπτικό έλεγχο. Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε ήταν από 1-10 όπου 10 το πλήρως αποδεκτό χαρακτηριστικό.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα πειράματα παραγωγής σκόνης γιαουρτιού, διαφορετικών λιπαρών, με ξήρανση υπό κατάψυξη προέκυψε ότι:

Όσον αφορά την ενεργότητα του νερού, όλα τα δείγματα σκόνης γιαουρτιού είχαν τιμές από 0,25-0,35. Τα δείγματα με 5% λιπαρά παρουσίασαν τις πιο υψηλές τιμές ενεργότητας ($a_w = 0,30-0,35$). Η προσθήκη κόμμεων πριν την ξήρανση φαίνεται ότι αυξάνει την ενεργότητα νερού της σκόνης, ειδικά στα δείγματα από γιαούρτι με 5% λιπαρά, καθώς τα συγκεκριμένα δείγματα παρουσίασαν τιμές ενεργότητας νερού από 0,32 έως και 0,35.

Η ικανότητα διαβροχής μειώνεται όσο αυξάνεται η περεκτικότητα των λιπαρών του γιαουρτιού. Η προσθήκη πηκτίνης αυξάνει την ικανότητα διαβροχής, ενώ η προσθήκη πρωτεΐνης ορού γάλακτος δυσχεραίνει τη διαβροχή. Η προσθήκη κόμμεων πριν την ξήρανση αυξάνει τη διαβροχή της

σκόνης και ειδικότερα των δειγμάτων με 5% λιπαρά και κυμαίνεται από 200 έως 275 mL συγκάτουμένου νερού/100 g σκόνης γιαουρτιού.

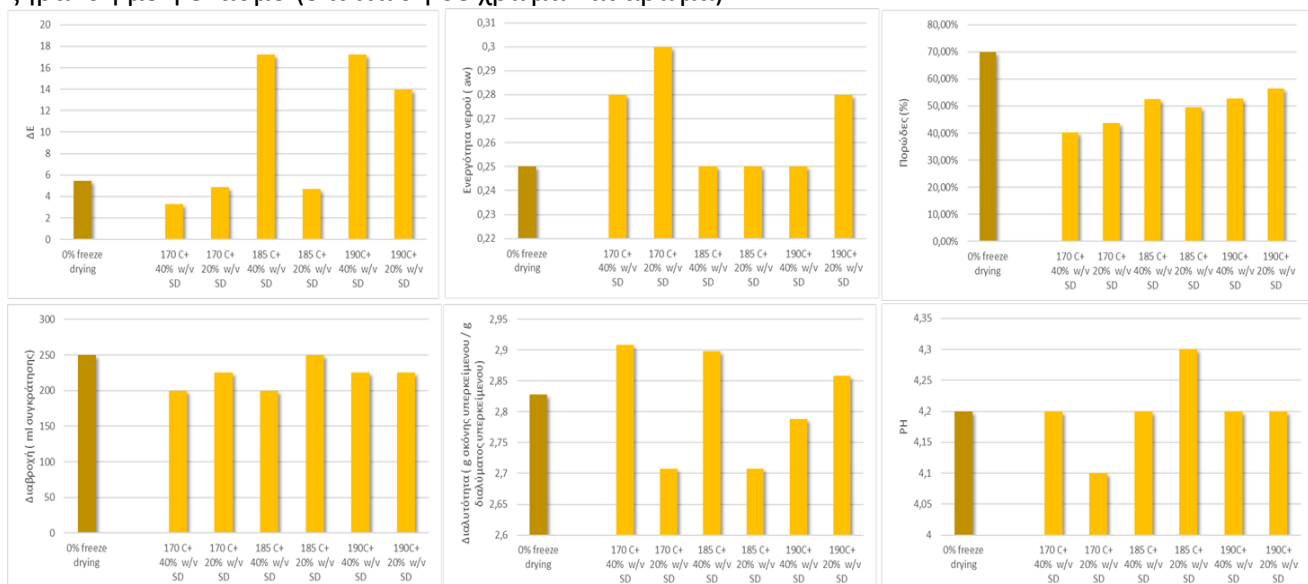
Η διαλυτότητα της σκόνης αυξάνεται με την προσθήκη κόμμεων πριν την ξήρανση του γιαουρτιού, ειδικά στα δείγματα γιαουρτιού με λιπαρά με τη μεγαλύτερη τιμή (4,7 g σκόνης/g υπερκείμενου διαλύματος) να παρουσιάζεται στο δείγμα με 5% λιπαρά και προσθήκη 1% ζελατίνης πριν την ξήρανση.

Όσον αφορά το πορώδες, παρατηρήθηκε ότι με την αύξηση των λιπαρών υπάρχει τάση μείωσης αυτού, ενώ με την προσθήκη υδροκολλοειδών παρατηρείται τάση για αύξηση του πορώδους. Οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 60% και 70%, εύρος χαρακτηριστικό για την ξήρανση με κατάψυξη.

Το χρώμα της σκόνης με την ξήρανση υπό κατάψυξη έχει τη μικρότερη δυνατή υποβάθμιση. Παρόλα αυτά τα δείγματα με 5% λιπαρά παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη διαφορά χρώματος ΔΕ (9-12,5), ενώ τη μικρότερη τα δείγματα με 0% λιπαρά (3,5-8).

Από τα πειράματα παραγωγής σκόνης γιαουρτιού 0% λιπαρών με ξήρανση με ψεκασμό (Σχήμα 1) προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

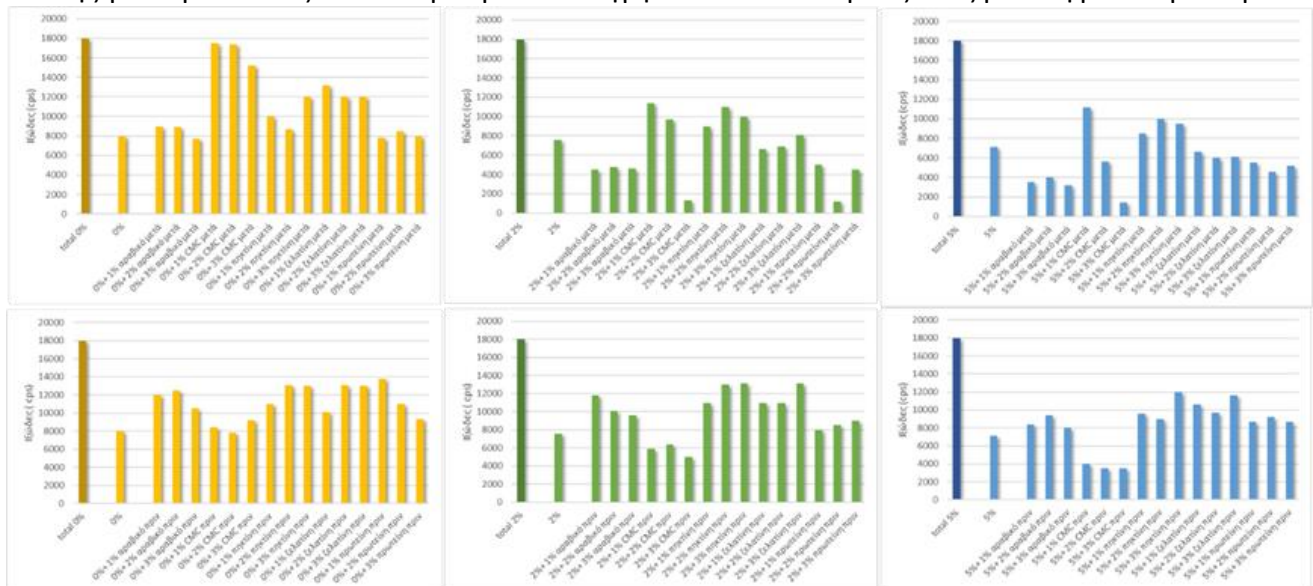
Ως καλύτερες συνθήκες ξήρανσης βρέθηκαν: θερμοκρασία 170°C και 20% w/v αραιώση ως προς τη μάζα γιαουρτιού τροφοδοσίας. Η ενεργότητα του νερού της παραγόμενης σκόνης γιαουρτιού είχε παρόμοιες τιμές, 0,25-0,30 όπως και στην περίπτωση της σκόνης που παράγεται από ξήρανση με κατάψυξη. Όσον αφορά τη διαβροχή, τα δείγματα αφυδατωμένου γιαουρτιού παρουσίασαν μειωμένη ικανότητα διαβροχής (200-250 mL συγκρατούμενου νερού/100 g σκόνης γιαουρτιού) η οποία μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση της υδροφοβικότητας της επιφάνειας. Η αύξηση της θερμοκρασίας οδήγησε σε αύξηση του ΔΕ του χρώματος της σκόνης γιαουρτιού, με τη μεγαλύτερη τιμή ΔΕ (ίση με 17) να παρουσιάζεται στα δείγματα με θερμοκρασία εισόδου 185 και 190°C και 40 w/v αραιώση ως προς τη μάζα γιαουρτιού τροφοδοσίας. Οι τιμές του πορώδους ήταν αισθητά χαμηλότερες από ότι στα δείγματα τα προερχόμενα από ξήρανση με κατάψυξη, σε εύρος 40-50% που είναι χαρακτηριστικό για την ξήρανση με ψεκασμό. Τέλος το pH, όπως και στην ξήρανση με κατάψυξη, δεν έδειξε σημαντικές διαφορές παρέχοντας τιμές μεταξύ 4,1-4,3. Γενικά η παραγωγή σκόνης σε μεγάλες θερμοκρασίες παρουσίασε προβλήματα κατά την ξήρανση με ψεκασμό (επίπτωση σε χρώμα και άρωμα)



Σχήμα 1. Διαγράμματα ιδιοτήτων σκόνης γιαουρτιού 0% λιπαρών, που έχει προκύψει με ξήρανση με ψεκασμό.

Από τα πειράματα ανασύστασης σκόνης γιαουρτιού που έχει προέλθει από ξήρανση με κατάψυξη προέκυψε ότι:

Το pH των ανασυσταμένων γιαουρτιών διατηρήθηκε σε εύρος τιμών 4.0-4.4 σε όλες τις περιπτώσεις. Το ιξώδες (Σχήμα 2) παρουσίασε υψηλότερες τιμές στα ανασυσταμένα δείγματα με σκόνη γιαουρτιού 0% περιεκτικότητας σε λιπαρά (εύρος 8.000-17.000 cps), ενώ χαμηλότερες τιμές είχε στα ανασυσταμένα δείγματα με σκόνη γιαουρτιού περιεκτικότητας 5% σε λιπαρά (εύρος 1.500-12.000 cps). Συγκεκριμένα το μεγαλύτερο ιξώδες παρουσίασε το δείγμα με σκόνη γιαουρτιού 0% με προσθήκη 1% CMC μετά την ξήρανση. Γενικά, όσον αφορά το ιξώδες, καλύτερο υδροκολλοειδές κρίθηκε η πηκτίνη, καθώς τα δείγματα με πηκτίνη παρουσιάζουν ικανοποιητικότερες τιμές. Η αύξηση του ποσοστού προσθήκης των υδροκολλοειδών, πάνω από 3% και η προσθήκη τους μετά την ξήρανση του γιαουρτιού, παρέχει καλύτερο ιξώδες, όμως παρουσιάζονται προβλήματα κατά την ανάμιξη, με αποτέλεσμα τη δημιουργία συσσωματωμάτων ή ζελατινώδους δομής στα προϊόντα. Περαιτέρω αύξηση της προσθήκης σκόνης γιαουρτιού έως και 16% μπορεί να οδηγήσει σε ισοδύναμο ιξώδες με το φρέσκο γιαούρτι.

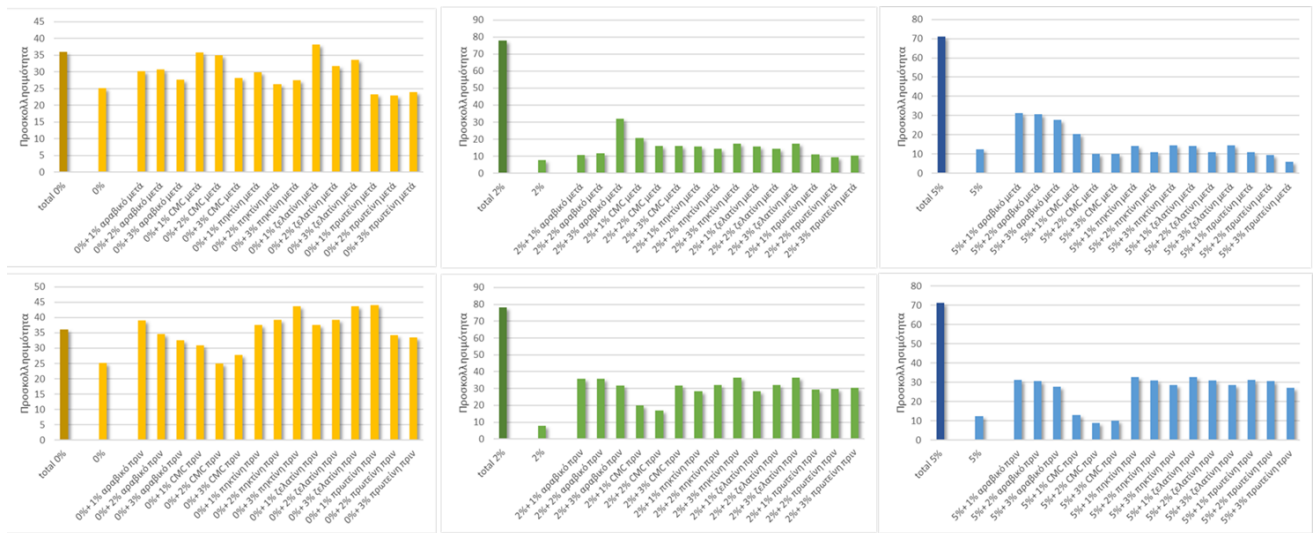


Σχήμα 2. Διαγράμματα ιξώδους ανασυσταμένου γιαουρτιού με σκόνη από ξήρανση με κατάψυξη.

Η ικανότητα συγκράτησης νερού των δειγμάτων ανασυσταμένου γιαουρτιού είναι μειωμένη κατά 10-20% σε σχέση με την αντίστοιχη του τυποποιημένου γιαουρτιού, ενώ η προσθήκη κόμμεος βελτιώνει τη συγκράτηση νερού. Επίσης τα δείγματα, των οποίων τα κόμμεα είχαν προστεθεί πριν από την ξήρανση, παρουσιάζουν μία πιο ομοιόμορφη ικανότητα συγκράτησης νερού.

Η σκληρότητα του ανασυσταμένου γιαουρτιού γενικώς είναι σημαντικά μειωμένη σε σχέση με την αντίστοιχη του τυποποιημένου γιαουρτιού. Τα δείγματα ανασυσταμένου γιαουρτιού εμφάνισαν μεγαλύτερη διακύμανση (0,4-0,95) στη συνεκτικότητά τους από ότι το τυποποιημένο (0,6-0,85). Μεγαλύτερη συνεκτικότητα είχε το δείγμα ανασυσταμένου γιαουρτιού με σκόνη 2% λιπαρών χωρίς κόμμι. Υψηλότερη τιμή συνεκτικότητας παρουσίασαν τα δείγματα με πρωτεΐνη ορού γάλακτος σε σχέση με τα κόμμεα. Ακόμη η προσθήκη κόμμεων μετά την ξήρανση οδήγησε σε υψηλότερες τιμές από ότι όταν η προσθήκη κόμμεων έγινε πριν την ξήρανση.

Η προσκολλησιμότητα (Σχήμα 3) του τυποποιημένου γιαουρτιού με λιπαρά 2% και 5% ήταν στην περιοχή 70-80 N*s, ενώ στα ανασυσταμένα δείγματα με την ίδια περιεκτικότητα σε λιπαρά και με προσθήκη κόμμεων πριν ή μετά την ξήρανση η προσκολλησιμότητα ήταν γύρω στο 10-35 N*s. Ακόμη τα δείγματα ανασυσταμένου γιαουρτιού με 0% λιπαρά εμφάνισαν προσκολλησιμότητα περίπου 25-45 N*s έναντι περίπου 35 N*s του τυποποιημένου γιαουρτιού. Σημαντικά υψηλότερη τιμή προσκολλησιμότητας παρουσίασε το δείγμα με αραβικό κόμμι και χαμηλότερη τιμή το δείγμα με CMC. Υψηλότερες τιμές προσκολλησιμότητας παρουσιάστηκαν όταν η προσθήκη κόμμεων έγινε πριν την ξήρανση.

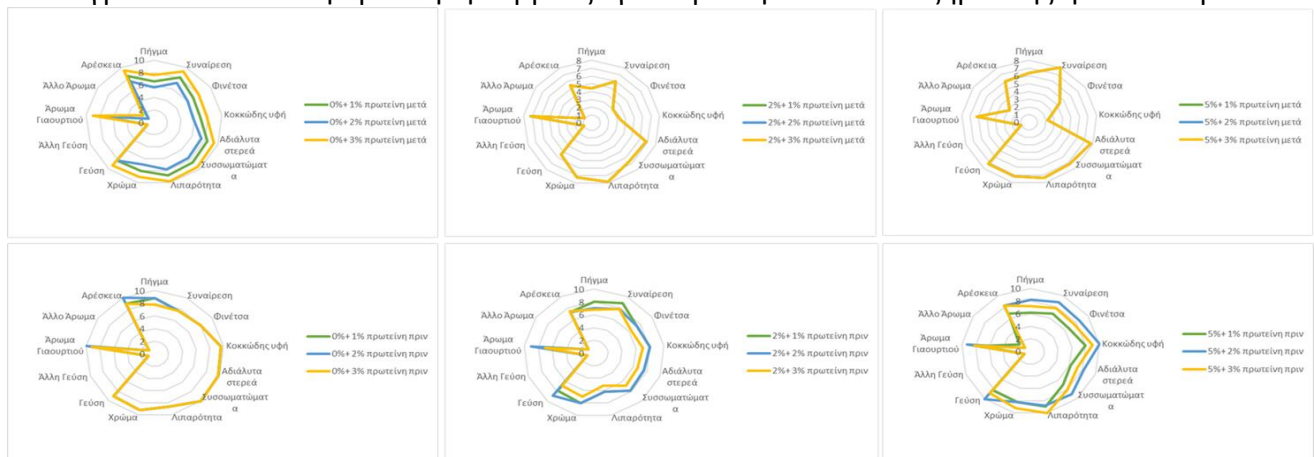


Σχήμα 3. Διαγράμματα προσκολλησιμότητας ανασυσταμένου γιαουρτιού με σκόνη από ξήρανση με κατάψυξη.

Το κομμώδες των δειγμάτων του ανασυσταμένου γιαουρτιού είναι σημαντικά μειωμένο (0,1-0,25 N) σε σχέση με του τυποποιημένου γιαουρτιού (0,7-1 N). Υψηλότερες τιμές παρουσιάζουν τα δείγματα με 5% λιπαρά. Σημαντικά υψηλότερη τιμή κομμώδους παρουσίασε η πρωτεΐνη ορού γάλακτος και χαμηλότερη τιμή το αραβικό κόμμι. Υψηλότερες τιμές παρουσιάστηκαν επίσης όταν η προσθήκη των κόμμεων έγινε μετά την ξήρανση.

Η οξύτητα των δειγμάτων ανασυσταμένου γιαουρτιού βρέθηκε μεταξύ 1,4-2,2% γαλακτικού οξέος έναντι του τυποποιημένου που κυμαίνεται στο 1,4-1,6% γαλακτικού οξέος.

Η συνολική αρέσκεια των ανασυσταμένων γιαουρτιών εκτιμήθηκε από τους δοκιμαστές ως καλύτερη στα δείγματα που είχαν προέλθει από σκόνης με 0% λιπαρά και στη συνέχεια σε εκείνα με 2% και 5% λιπαρά. Τα δείγματα με χρήση κόμμεων ή υδροκολλοειδών εμφάνισαν την εξής σειρά αρέσκειας (Σχήμα 4): πρωτεΐνη ορού γάλακτος, ζελατίνη/πηκτίνη, αραβικό κόμμι και CMC. Τα δείγματα στα οποία η προσθήκη κόμμεος έγινε πριν τη διαδικασία ξήρανσης ήταν πιο αρεστά.



Σχήμα 4. Διαγράμματα οργανοληπτικής αξιολόγησης ανασυσταμένου γιαουρτιού με σκόνη από ξήρανση με κατάψυξη και με προσθήκη πρωτεΐνης ορού γάλακτος πριν ή μετά την ξήρανση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Crowley, S. V., Desautel, B., Gazi, I., Kelly, A. L., Huppertz, T., & O'Mahony, J. A. (2015). Rehydration characteristics of milk protein concentrate powders. *Journal of Food Engineering*, 149, 105–113.
2. Carvalho, M. J., Perez-Palacios, T., & Ruiz-Carrascal, J. (2017). Physico-chemical and sensory characteristics of freeze-dried and air-dehydrated yogurt foam. *LWT - Food Science and Technology*, 80, 328–334.