

# Μελέτη βελτιστοποίησης των συνθηκών ωρίμασης παραδοσιακής Γραβιέρας σε πιλοτικό θάλαμο

Αύξηση της απόδοσης με διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των τυριών μέσω εφαρμογής προγράμματος περιοδικής κυκλοφορίας αέρα

*Δρ Ιωάννης Σαμέλης, Τακτικός Ερευνητής*

*Ινστιτούτο Γάλακτος Ιωαννίνων*

**Η ωρίμαση** αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα στάδια παραγωγής των τυριών. Περιλαμβάνει μια σειρά από πολύπλοκες επιμέρους βιοχημικές διαδικασίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη του αρώματος και της υφής του τελικού προϊόντος. Συγκεκριμένα, κατά την ωρίμαση λαμβάνουν χώρα τρεις κύριες κατηγορίες βιοχημικών διεργασιών: η γλυκόλυση που περιλαμβάνει κυρίως τη ζύμωση της λακτόζης αλλά και το μεταβολισμό του γαλακτικού και κίτρικου οξέος, η λιπόλυση που οδηγεί σε σχηματισμό ελεύθερων λιπαρών οξέων, και η πρωτεόλυση που αποτελεί την πλέον πολύπλοκη διαδικασία και περιλαμβάνει τη σταδιακή διάσπαση των καζεϊνών σε πεπτίδια και ελεύθερα αμινοξέα. Από τις βιοχημικές αυτές διεργασίες σχηματίζονται διάφορες αρωματικές ουσίες που καθορίζουν ή συμβάλλουν στο άρωμα του τυριού. Η διάρκεια της ωρίμασης, καθώς και η επιλογή του κατάλληλου συνδυασμού θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εξαρτάται από το είδος του τυριού. Γενικά, η ωρίμαση είναι μια αργή και συνεπώς ακριβή διαδικασία που ακόμη και σήμερα δεν είναι πλήρως ελεγχόμενη ή προβλέψιμη, ενώ παραδοσιακά βασίζόταν στη σταθερότητα των συνθηκών αυτών σε φυσικά κλιματιζόμενους χώρους όπως σπήλαια, κελάρια κ.λπ.

**Σύγχρονα προγράμματα ωρίμασης τυριών – Σημασία της ορθής ρύθμισης και του διαρκούς ελέγχου των εξωγενών παραμέτρων ωρίμασης**

**Η θερμοκρασία** αποτελεί κρίσιμη παράμετρο που επενεργεί απευθείας στην ανάπτυξη και τη μεταβολική δραστηριότητα της μικροβιακής χλωρίδας των τυριών. Είναι γνωστό

ότι η αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνει την ωρίμαση, και αυτός είναι ίσως ο πιο εύκολος και οικονομικός τρόπος ώστε να μειωθεί ο χρόνος ωρίμασης και συνεπώς το κόστος παραγωγής του τυριού. Η σχετική υγρασία (ΣΥ%) αποτελεί εξίσου κρίσιμη τεχνολογική παράμετρο, καθώς με αύξηση της ΣΥ επιτυγχάνεται μείωση της απώλειας βάρους και συνεπώς αύξηση της απόδοσης σε τυρί, για ορισμένο χρόνο παραμονής των τυριών στο θάλαμο ωρίμασης. Σε κάθε περίπτωση όμως, η αύξηση της θερμοκρασίας και ΣΥ δεν μπορεί να υπερβεί ορισμένα όρια χωρίς να υπάρξει αρνητική επίδραση πάνω στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και την ολική ποιότητα των τυριών. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί συστηματικές μελέτες ώστε να επιτυγχάνονται σταθεροί συνδυασμοί θερμοκρασίας και ΣΥ μέσα στο θάλαμο ωρίμασης σε συνάρτηση με την κατάλληλη σύνθεση της αέριας ατμόσφαιρας (περιεκτικότητα σε οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, αμμωνία). Η ατμόσφαιρα αυτή διαμορφώνεται από, και αντίστοιχα επηρεάζει, την ανάπτυξη και το μεταβολισμό της μικροβιακής χλωρίδας του τυριού, κυρίως των τυριών που φέρουν επιφανειακή χλωρίδα. Είναι επίσης προφανές ότι τόσο η θερμοκρασία και η ΣΥ όσο και η σύνθεση της ατμόσφαιρας επηρεάζονται από μηχανολογικές παραμέτρους, όπως η ταχύτητα κυκλοφορίας και εναλλαγής του αέρα και ο ρυθμός απαγωγής ή παροχής υγρασίας στο θάλαμο ωρίμασης, και άρα μπορούν να τροποποιηθούν και να σταθεροποιηθούν ανάλογα με κατάλληλη ρύθμιση των παραμέτρων αυτών. Με την περιοδική λειτουργία του συστήματος θέρμανση/ψύξη/κυκλοφορία του αέρα μπορεί να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και να μειωθεί το κόστος παραγωγής.

## Παραδοσιακά ελληνικά σκληρά τυριά – Σκοπός της έρευνας

*Είναι γνωστό ότι η χώρα μας* παράγει διάφορα είδη εκλεκτών παραδοσιακών σκληρών ή ημίσκληρων τυριών που ωριμάζουν σε θαλάμους, όπως τα πλέον γνωστά και δημοφιλή είδη ευρείας κατανάλωσης Γραβιέρα, Κεφαλογραβιέρα, Κεφαλοτύρι, Κασέρι, Μετσοβόνο κ.ά. Βασικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά των τυριών αυτών αποτελούν η αναθέρμανση του τυροπήγατος που επιφέρει μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας σε σχέση με τα μαλακά τυριά και η παραδοσιακά αργή διαδικασία ωρίμασης προκειμένου το τυρί να αναπτύξει εκλεκτά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Συνήθως τα περισσότερα τυριά αυτής της κατηγορίας είναι τουλάχιστον τριμήνης ωρίμασης, διάρκεια που για τα αντίστοιχα τυριά Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ), όπως είναι τρεις τύποι Γραβιέρας, Κρήτης, Νάξου και Αγράφων, η Κεφαλογραβιέρα και το Κασέρι, θεσπίζεται στο άρθρο 83 περί τυροκομικών προϊόντων του Ελληνικού Κώδικα Τροφίμων & Ποτών (ΕΚΤΠ 2009). Με δεδομένο ότι σήμερα στις βιομηχανίες τυριών και στα περισσότερα παραδοσιακά τυροκομεία η ωρίμαση γίνεται σε τεχνητά κλιματιζόμενους χώρους που απαιτούν σημαντική κατανάλωση ενέργειας για τη διατήρηση σταθερών, ελεγχόμενων περιβαλλοντολογικών συνθηκών, είναι προφανές ότι το κόστος παραγωγής και συνεπώς η τιμή πώλησης του ώριμου τυριού καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη διάρκεια και την οικονομικότητα του εφαρμοζόμενου προγράμματος ωρίμασης σε συνδυασμό με την τελική απόδοση σε τυρί.

*Η παρούσα εργασία* συνοψίζει τα αποτελέσματα του στόχου 3 του πακέτου έρευνας 2 του κοινοτικού έργου TRUEFOOD (FOOD-CT-2006-016264) που υλοποιήθηκε στο Ινστιτούτο Γάλακτος Ιωαννίνων σε συνεργασία με την ερευνητική μονάδα INRA-UMR Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires, Grignon, Γαλλία (Υπεύθυνος ερευνητής Prof. Georges Corrieu) και το παραδοσιακό τυροκομείο Αφοί Παππά στη Φιλιπιάδα Πρεβέζης, κατά τα έτη 2006-2009. Σκοπός της έρευνας ήταν η μελέτη της επίδρασης διαφόρων τροποποιήσεων των βασικών παραμέτρων (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, παροχή/κυκλοφορία αέρα) πάνω στην ωρίμαση σε πιλοτικό θάλαμο, την κατανάλωση ενέργειας, και τα μικροβιολογικά, φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά παραδοσιακών τυριών. Ως πρότυπο ελληνικό τυρί χρησιμοποιήθηκε η Γραβιέρα. Τα χαρακτηριστικά τυριών που ωρίμασαν σε πιλοτικό θάλαμο με δυνατότητα ακριβούς ρύθμισης των παραπάνω παραμέτρων συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα των τυριών της κανονικής παραγωγής σε τυροκομείο που ωρίμασαν κάτω από μη απόλυτα ελεγχόμενες συνθήκες και με συνεχή κίνηση του αέρα. Βασικοί στόχοι της έρευνας ήταν η αύξηση της απόδοσης σε τυρί και η μείωση κατανάλωσης ενέργειας με παράλληλη διατήρηση ή βελτίωση της ποιότητας των τυριών.

*Η επιλογή της Γραβιέρας* έγινε με βάση το γεγονός ότι απο-

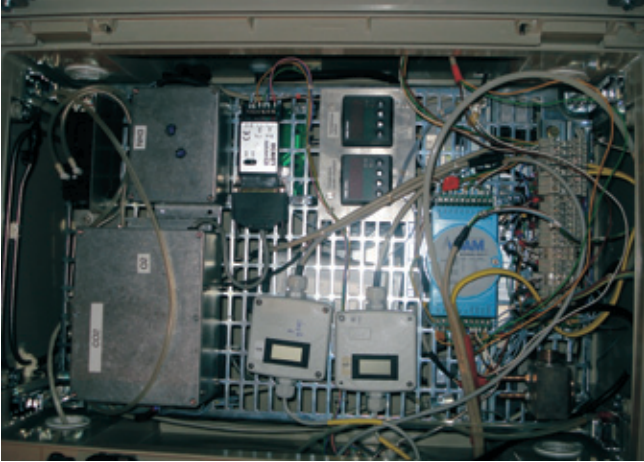
τελεί το πλέον γνωστό ελληνικό σκληρό τυρί πλήρους ωρίμασης που παράγεται σε σημαντικές ποσότητες, σε πολλές περιοχές της χώρας, και απολαμβάνει ισχυρή κατοχύρωση ως ΠΟΠ με τους τρεις διαφορετικούς τύπους Γραβιέρας που αναφέρθηκαν παραπάνω. Γενικά η Γραβιέρα είναι τυρί με συμπαγή μάζα όπου συνήθως υπάρχουν διάσπαρτες στρογγυλές οπές λόγω προπιονικής ζύμωσης. Έχει επιδερμίδα λευκού έως λευκοκίτρινου χρώματος, χωρίς οπές ή σχισμές, ευχάριστη, απαλή, υπόγλυκη γεύση και πλούσιο άρωμα. Παράγεται από πρόβειο γάλα ή σε ανάμιξη 10-30% με γίδινο, ανάλογα με το τύπο του τυριού, με εξαίρεση την ΠΟΠ Γραβιέρα Νάξου η οποία παράγεται από αγελαδινό. Το γάλα μπορεί να είναι νωπό, παστεριωμένο ή θερμοσιμμένο. Μετά την προσθήκη της πυτιάς και συνήθως μιας φυσικής (π.χ. γιαιούρι) ή εμπορικής εναρκτηρίας καλλιέργειας, γίνεται η πήξη του γάλακτος στους 32-36 °C και στη συνέχεια το πήγμα διαιρείται, αναδεύεται και αναθερμαίνεται, συνήθως μέχρι 48-52 °C, πριν διαμοιραστεί στα καλούπια. Τα φρέσκα τυριά πιέζονται, αλατίζονται και ωριμάζουν στους 12-18 °C και ΣΥ 85-95% μέχρι 90 ημέρες. Οι έτοιμες προς κατανάλωση γραβιέρες, με συνήθη βάρος 13-15 kg και διάμετρο 30-35 cm, πρέπει να περιέχουν μέγιστη υγρασία 38% και ελάχιστο λίπος επί ξηρού 40 % (Άρθρο 83, ΕΚΤΠ 2009).

## Εγκατάσταση και λειτουργία πιλοτικού θαλάμου στο Ινστιτούτο Γάλακτος

*Όλες οι παρτίδες τυριών Γραβιέρας* που αναλύθηκαν στο πλαίσιο της έρευνας αυτής παρασκευάστηκαν με σταθερή μέθοδο στο συνεργαζόμενο τυροκομείο. Μετά την εξαγωγή από την άλμη, μέρος των φρέσκων τυριών (5-10 κεφάλια) από κάθε παρτίδα μεταφέρονταν σε πιλοτικό θάλαμο ωρίμασης του Ινστιτούτου Γάλακτος, όγκου 15 m<sup>3</sup>, εξοπλισμένο με πρωτότυπη συσκευή, συνδεδεμένη



Συσκευή ελέγχου πιλοτικού θαλάμου.



Αισθητήρες – ηλεκτρονικές συνδέσεις συσκευής ελέγχου.

με αισθητήρες και ηλεκτρονικό ζυγό εντός του θαλάμου, και εξωτερικά με ειδικό καταγραφικό σύστημα σε Η/Υ. Η συσκευή αυτή είχε κατασκευαστεί και κατοχυρωθεί από την ερευνητική ομάδα του INRA και είχε προηγουμένα εφαρμοστεί σε πιλοτική κλίμακα για την ωρίμαση μαλακών γαλλικών τυριών που φέρουν επιφανειακή χλωρίδα, όπως τα Camembert και Saint-Nectaire. Με το σύστημα αυτό υπήρχε η δυνατότητα ακριβούς ρύθμισης και διαρκούς παρακολούθησης και καταγραφής των βασικών παραμέτρων ωρίμασης, όπως θερμοκρασία, σχετική υγρασία, κυκλοφορία αέρα, και επιπλέον του ρυθμού προσθήκης-απαγωγής υγρασίας, της συγκέντρωσης  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$  και της απώλειας βάρους των δειγμάτων τυριών. Τα υπόλοιπα τυριά παρέμειναν στο τυροκομείο όπου ωρίμαζαν σε θάλαμο κάτω από μη απολύτως ελεγχόμενες συνθήκες (θερμοκρασία 17-19°C, σχετική υγρασία 90-92%, χωρίς ειδική ρύθμιση της κυκλοφορίας και της ανανέωσης του αέρα). Τα κύρια ποιοτικά (микροβιολογικά, φυσικοχημικά και οργανοληπτικά) χαρακτηριστικά των τυριών που ωρίμασαν στον πιλοτικό θάλαμο, συγκρίθηκαν με εκείνα των τυριών της κανονικής παραγωγής στο τυροκομείο. Οι μικροβιολογικές αναλύσεις για τις πληθυσμιακές μεταβολές 10 κύριων κατηγοριών μικροβίων και οι φυσικοχημικές αναλύσεις (μεταβολές του pH, των οργανικών οξέων, υγρασίας, άλατος, λίπους, ολικών πρωτεϊνών και των κλασμάτων αζώτου WSN, TCA, PTA) έγιναν σε σταθερά στάδια παραγωγής, πριν, κατά και μετά την ωρίμαση των τυριών, ενώ η οργανοληπτική αξιολόγηση έγινε σε τυριά ηλικίας 60 και 90 ημερών.

### Συγκριτική αξιολόγηση της ωρίμασης παραδοσιακής Γραβιέρας σε πιλοτικές και εμπορικές συνθήκες

Σε πρώτη πειραματική φάση διαπιστώθηκε ότι η Γραβιέρα είναι τυρί που δεν “αναπνέει” (non-respiratory cheese). Δηλαδή, η σύνθεση της ατμόσφαιρας του πιλοτικού θαλάμου ωρίμασης δε μεταβαλλόταν σημαντικά λόγω ανα-



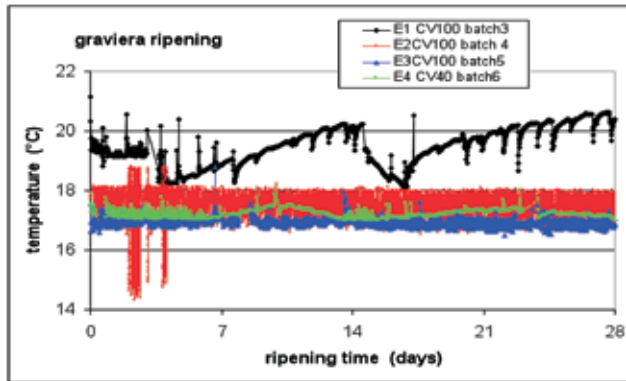
Πιλοτικός Θάλαμος (15 m<sup>3</sup>) με αυτόματο σύστημα ζύγισης.

πνευστικής δραστηριότητας των τυριών και συνεπώς δεν υπήρχε αισθητή μεταβολή στο οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα και την αμμωνία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Γραβιέρα είναι σκληρό τυρί με τραχιά υπόλευκη ή κιτρινωπή επιδερμίδα που στερείται επιφανειακής χλωρίδας. Κάθε έντονη μικροβιακή ανάπτυξη στην επιφάνεια της Γραβιέρας παρεμποδίζεται από τα επιφανειακά αλατίσματα ή απομακρύνεται (σε περίπτωση μούχλας ή γλίτσας) με έντονο τρίψιμο, καθάρισμα ή πλύσιμο με άλιμη Άρα, η έντονη μικροβιακή δραστηριότητα στη Γραβιέρα εντοπίζεται στη μάζα του τυριού, ενώ σημασία έχει να μην “ξεραθεί” η επιφάνεια (επιδερμίδα) ώστε να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη απώλεια υγρασίας (βάρους) κατά την ωρίμαση. Αντίθετα στα μαλακά τυριά γαλλικού τύπου, όπως Brie, Camembert, Saint-Nectaire κ.ά., η ατμόσφαιρα στο θάλαμο ωρίμασης αλλάζει δραστικά λόγω της ανάπτυξης επιφανειακής χλωρίδας.

Στην περίπτωση της Γραβιέρας, η έλλειψη αναπνευστικής δραστηριότητας κατέδειξε ότι η έρευνα έπρεπε να στραφεί αποκλειστικά στην εύρεση/σταθεροποίηση του βέλτιστου συνδυασμού θερμοκρασίας/ΣΥ, στην εφαρμογή περιοδικής λειτουργίας σε σύγκριση με τη συνεχή λειτουργία του θαλάμου και στην εξέταση της επίδρασης των παραμέτρων αυτών στην απόδοση σε τυρί και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των τυριών. Για το σκοπό αυτό έγινε στη συνέχεια αξιολόγηση της ωρίμασης σε διαφορετικές τιμές θερμοκρασίας (16-21°C), σχετικής υγρασίας (85-96%) και συνεχούς κίνησης αέρα (0.5-2.5 m/sec), ενώ έγινε και διάγραμμα της αέριας ροής και κυκλοφορίας στο θάλαμο.

Διαπιστώθηκε ότι με αύξηση της ΣΥ σε 94-96% στον πιλοτικό θάλαμο υπό συνεχή κυκλοφορία αέρα, η απώλεια βάρους των τυριών μειωνόταν σημαντικά, καθώς ήταν μόλις 350-500 g, σε σχέση με τα αντίστοιχα τυριά του τυροκομείου, όπου η συνήθης απώλεια βάρους πλησίαζε, ή σε ορισμένες παρτίδες υπερέβαινε, τα 1000 g μετά από 4-5 εβδομάδες παραμονής στον αντίστοιχο θάλαμο. Επίσης, η ωρίμαση επιταχυνόταν και η απώλεια βάρους ήταν περι-





E1: 19.8C/94%RH/2.5 m/sec

E2: 17.5C/96%RH/1.5 m/sec

E3: 17C/88%RH/1.5 m/sec

E4: 17C/90%RH/1.5 m/sec/CV40

Μεταβολή της θερμοκρασίας κατά την ωρίμαση Γραβιέρας στο πιλοτικό θάλαμο.

που 100 g μεγαλύτερη μεταξύ των διαφορετικών παρτίδων του πιλοτικού θαλάμου όταν τα τυριά ωρίμαζαν σε σταθερή ΣΥ 95%, αλλά σε θερμοκρασία 19-21°C και συνεχή κυκλοφορία αέρα 2.5 m/sec σε σχέση με θερμοκρασία 16-17°C και συνεχή κυκλοφορία αέρα 1.5 m/sec. Ταυτόχρονα όμως διαπιστώθηκε ότι σε ΣΥ > 94% υπήρχαν ελαττώματα στα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά των τυριών λόγω εμφάνισης επιφανειακής γλίτσας από την ανάπτυξη ζυμών και ενίοτε μούχλας που έπρεπε να απομακρύνεται με κοπιώδη ημερήσιο καθαρισμό και που τελικά έδινε ένα ανεπιθύμητο θαμπό κίτρινο έως κοκκινωπό χρώμα στην επιδερμίδα του τυριού. Επίσης ορισμένα τυριά που ωρίμασαν γρήγορα σε θερμοκρασία 19-21°C χαρακτηρίστηκαν από φτωχή (ουδέτερη) γεύση και έλλειψη αρώματος σε σχέση με τα αντίστοιχα τυριά του τυροκομείου. Γενικά διαπιστώθηκε ότι οι κατάλληλοι συνδυασμοί τιμών θερμοκρασίας και ΣΥ κατά την ωρίμαση πρέπει να κυμαίνονται εντός των ορίων που ορίζονται για τις Γραβιέρες ΠΟΠ και ότι σε θερμοκρασία > 19°C και κυρίως ΣΥ > 94% δημιουργούνται προβλήματα τόσο στην εμφάνιση του τυριού όσο και στη μικροβιολογική κατάσταση του θαλάμου.

## Εφαρμογή προγράμματος περιοδικής κυκλοφορίας

Σε επόμενη φάση, επιλέχθηκαν οι βέλτιστες συνθήκες ωρίμασης: θερμοκρασία 17°C, ΣΥ 90%, και κυκλοφορία του αέρα με σταθερή ταχύτητα 1.5 m/sec. Τουλάχιστον σε ό,τι αφορά τη θερμοκρασία και τη ΣΥ, οι βέλτιστες αυτές συνθήκες αποδείχθηκαν παρόμοιες με εκείνες που χρησιμοποιεί το συνεργαζόμενο τυροκομείο χωρίς να διαθέτει όλα τα απαραίτητα όργανα συνεχούς μέτρησης και σταθεροποίησης των παραμέτρων ωρίμασης. Για παράδειγμα, η εναλλαγή του αέρα στο τυροκομείο γινόταν κυρίως με άνοιγμα της πόρτας των θαλάμων ωρίμασης. Έγιναν έξι πειραματικές σειρές τυριών, τρεις με συνεχή (διαρκώς ON) και τρεις με περιοδική (διακεκομμένη) κυκλοφορία

με αυτόματο ON/OFF του συστήματος παροχής/κυκλοφορίας αέρα για 4/6 λεπτά, αντίστοιχα, στον πιλοτικό θάλαμο. Διαπιστώθηκε ότι η ποιότητα της Γραβιέρας επηρεάστηκε σε μικρό βαθμό από την περιοδική λειτουργία του θαλάμου, ενώ υπήρξε ταυτόχρονα σημαντική μείωση της απώλειας βάρους από τα τυριά. Συγκεκριμένα, αποδείχθηκε ότι η διακεκομμένη λειτουργία (60:40) οδήγησε σε μέση απώλεια βάρους μόλις 750 g από τα τυριά σε σχέση με την αντίστοιχη μέση απώλεια βάρους 1088 g που είχαν τα τυριά με συνεχή κυκλοφορία. Ενώ λοιπόν η μέση απώλεια βάρους/τυρί/ημέρα των τυριών που ωρίμασαν με συνεχή κυκλοφορία ήταν 38.8 g, των τυριών που ωρίμασαν με διακεκομμένη κυκλοφορία ήταν μόλις 26.8 g. Υπήρξε δηλαδή αύξηση της απόδοσης της τάξης των 12 g/τυρί/ημέρα. Η αύξηση αυτή με μείωση της κατανάλωσης ενέργειας του θαλάμου (ON/OFF για 4/6 min) επιτεύχθηκε χωρίς ουσιαστική επίδραση πάνω στην ποιότητα των τυριών. Πράγματι οι μεταβολές της μικροβιακής χλωρίδας σε σχέση με τις μεταβολές του pH, της υγρασίας, του άλατος, της πρωτεΐνης/ολικού αζώτου και των κλασμάτων αζώτου κατά τη διάρκεια της ωρίμασης των τυριών στον πιλοτικό θάλαμο ήταν ανάλογες με αυτές των τυριών που ωρίμασαν στο θάλαμο του τυροκομείου. Ανάλογες ήταν και οι μεταβολές των οργανικών οξέων, ενώ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ούτε στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (εμφάνιση, υφή-δομή, άρωμα-γεύση, ολική ποιότητα) των τυριών της ίδιας παρτίδας.

## Συμπεράσματα

- Μπορεί να υπάρξει σημαντική μείωση της απώλειας βάρους από σκληρά τυριά τύπου Γραβιέρας και σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με εφαρμογή ενός προγράμματος περιοδικής (διακεκομμένης) λειτουργίας του συστήματος κυκλοφορίας και ανανέωσης του αέρα στο θάλαμο ωρίμασης.
- Οι θετικές αυτές μειώσεις κοστολογικά μπορούν να επιτευχθούν χωρίς σημαντική μεταβολή στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των τυριών, καθώς και στο σύνθετο εύρος τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του θαλάμου ωρίμασης.
- Στην παρούσα μελέτη ο συνολικός χρόνος λειτουργίας του συστήματος κυκλοφορίας και ανανέωσης του αέρα με ταχύτητα 1.5 m/sec περιορίστηκε στο 40% του συνολικού χρόνου παραμονής των τυριών στο πιλοτικό θάλαμο ωρίμασης.
- Κάτι ανάλογο μπορεί κάλλιστα να επιτευχθεί σε εμπορική κλίμακα, πλην όμως οι τιμές όλων των εξωτερικών παραμέτρων πρέπει να επαναπροσδιοριστούν "επί τόπου", δεδομένου του διαφορετικού σχεδιασμού και μεγαλύτερου μεγέθους και όγκου των θαλάμων ωρίμασης στο τυροκομείο.

Πληροφορίες:

Ινστιτούτο Γάλακτος Ιωαννίνων

Κατσικιάς, 452 21 Ιωάννινα, τηλ.: 2651094780

e-mail:jsam@otenet.gr