



Το ξύλινο βαρέλι και ο ρόλος του στην ποιότητα και την ασφάλεια του τυριού Φέτα

Γεώργιος Σαμούρης, Αναπληρωτής Ερευνητής, Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών Θεσσαλονίκης
Ευανθία Λιτοπούλου-Τζανετάκη, Ομότιμη Καθηγήτρια Γεωπονικής Σχολής ΑΠΘ
Δέσποινα Μποζούδη, MSc., Υποψήφια Διδάκτωρ Μικροβιολογίας και Υγιεινής Τροφίμων
Βασίλειος Ξανθόπουλος, MSc., PhD, Περιφερειακή Διεύθυνση ΕΦΕΤ

Το ξύλο θεωρείται παραδοσιακό υλικό της παρασκευής των τυριών. Πολλοί τυροκόμοι θεωρούν τα ξύλινα εργαλεία απαραίτητα για την παρασκευή παραδοσιακών τυριών, γιατί επηρεάζουν την ποιότητα και τα τυπικά τους χαρακτηριστικά. Ξύλινα εργαλεία χρησιμοποιούνται εδώ και αιώνες για τη συλλογή και τη μεταποίηση του γάλακτος. Ακόμα ξύλινα ράφια χρησιμοποιούνται για την ωρίμαση των τυριών. Η δική μας Φέτα ωριμάζει σε ορισμένες περιοχές σε ξύλινα βαρέλια και είναι γνωστή η ιδιαιτερότητά της ως προς τη γεύση. Εξακολουθεί όμως να υπάρχει αυτή η ιδιαιτερότητα ακόμα και σήμερα, κι αν πράγματι, όπως φήμες λένε, χάνεται, πώς αυτό μπορεί να εξηγηθεί ή και να διορθωθεί; Η χρήση θερμότητας για τον καθαρισμό των ξύλινων επιφανειών που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα εφαρμόζεται από τις ελληνικές γαλακτοκομικές επιχειρήσεις, χωρίς πειραματική διερεύνηση εάν ενδείκνυται.

Σύνοψη μελετών, νομοθετικών απαιτήσεων. Απόψεις για την υγιεινή των ξύλινων βαρελιών, ως σκευών σε επαφή με τρόφιμα, σε παραδοσιακές τυροκομικές επιχειρήσεις.

i. Τα ξύλινα εργαλεία στην παραδοσιακή τυροκομία

Στην ΕΕ η χρήση των ξύλινων εργαλείων είναι υποχρεωτική για μερικά τυριά ΠΟΠ (π.χ. η ξύλινη δεξαμενή συλλογής γάλακτος "gerle" στην παραγωγή των γαλλικών τυριών Cantal και Salers). Επίσης, στην παραγωγή του ιταλικού τυριού ΠΟΠ Ragusano, αποφεύγεται η χρήση καλλιεργείων εκκίνησης, γιατί διαπιστώθηκε ότι

το γάλα εμπλουτίζεται φυσικά με τη μικροκλωρίδα που ενυπάρχει στην εσωτερική επιφάνεια ξύλινης δεξαμενής (γνωστής ως "tina"), στην οποία τοποθετείται. Η επιφάνεια του ξύλου που έρχεται σε επαφή με το γάλα καλύπτεται με βιο-υμένιο, ένα συνεχές στρώμα μικροοργανισμών που εγκλωβίζεται σε παχύ περιβλημα πολυσακχαριτών. Η ταυτοποίησή τους με μοριακές τεχνικές κατέδειξε μεγάλη βιοποικιλότητα, με επικράτηση κυρίως των γαλακτικών βακτηρίων (*S. thermophilus*, θερμόφιλων λακτοβακίλλων, λακτοκόκκων, κορυνοβακτηριδίων) και χαμηλού αριθμού ζυμών και μυκήτων. Το βιο-υμένιο στην εσωτερική επιφάνεια των ξύλινων βαρελιών αποτελεί εξαιρετική πηγή για τον εμπλουτισμό του γάλακτος, απελευθερώνοντας σε λίγα λεπτά 10^5 - 10^6 κύτταρα γαλακτικών βακτηρίων ανά ml γάλακτος και συνεισφέροντας καθοριστικά στην οξίνιση και τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων τυριών. Το βιο-υμένιο μπορεί επίσης να μεταφέρει στο γάλα αρωματικές ενώσεις, όπως τα τερπένια.

ii. Νομοθεσία σχετική με τη χρήση ξύλου ως υλικού σε επαφή με το γάλα και τα τυροκομικά προϊόντα

Εξαιτίας της ασυνεχούς και πορώδους επιφάνειάς του, το ξύλο δεν καθαρίζεται εύκολα. Το ξύλο που έρχεται σε επαφή με τρόφιμα δεν έχει ποτέ θεωρηθεί τεκμηριωμένα υπεύθυνο για πρόκληση τροφιμογενούς επιδημικού επεισοδίου, ωστόσο ο *Codex Alimentarius*

(Codex Alimentarius Commission, 1993) δεν εγκρίνει τη χρήση του ως υλικού σε επαφή με τα τρόφιμα.

Για τη χρήση του ξύλου ως υλικού σε επαφή με τρόφιμα δίνεται δυνατότητα στα κράτη μέλη να διατηρήσουν ή να εκδώσουν εθνικές αποφάσεις.

Στη Γαλλία, με γνωμοδότηση της Γαλλικής Αρχής Ασφάλειας Τροφίμων (AFSSA, γνωμοδότηση αριθ. 2007-SA-0206), επιβεβαιώθηκε η δυνατότητα χρήσης του ξύλου στην τεχνολογία παρασκευής γαλακτοκομικών προϊόντων. Αναγνωρίστηκε ότι η μικροκλωρίδα στην επιφάνεια των ξύλινων βαρελιών συμμετείχε στο φυσικό εμπλουτισμό του γάλακτος με χρήσιμους μικροοργανισμούς για την παρασκευή των τυριών, ενώ παράλληλα δεν ευνοούσε την εγκατάσταση παθογόνων μικροοργανισμών. Το ξύλο χρησιμοποιείται ευρέως στην παρασκευή παραδοσιακών τυριών στην Ιταλία και Ισπανία. Εκτός ΕΕ, η δυνατότητα χρήσης του ξύλου στην τυροκομία ποικίλλει ανάλογα με την πολιτεία στις ΗΠΑ, ενώ επιτρέπεται στην Ασία.

Σύμφωνα με το Γενικό Οδηγό του ΕΦΕΤ για την Εφαρμογή Συστήματος Βάσει των Αρχών του HACCP σε Μικρές Γαλακτοκομικές Επιχειρήσεις (ΕΦΕΤ, 2012), το ξύλο μπορεί υπό προϋποθέσεις να χρησιμοποιείται ως υλικό σε επαφή με τρόφιμα σε παραδοσιακούς τρόπους παρασκευής τυριών.

iii. Ζητήματα ασφάλειας από τη χρήση των ξύλινων βαρελιών σε παραδοσιακές τυροκομικές επιχειρήσεις

Από μελέτες των βιο-υμενίων που σχηματίζονταν σε ξύλινες δεξαμενές συλλογής νωπού γάλακτος (tinias), από διάφορα αγροκτήματα που παρασκεύαζαν το ιταλικό τυρί ΠΟΠ Ragusano διαπιστώθηκε η απουσία των βακτηρίων *Listeria*, *Salmonella* και *Escherichia coli* O157. Αυτό αποδόθηκε σε παράγοντες όπως, ο ανταγωνισμός για διατροφικά στοιχεία μεταξύ των μικροοργανισμών του βιο-υμενίου και παθογόνων μικροοργανισμών, ο σχηματισμός βακτηριοσινών από τα γαλακτικά βακτήρια του βιο-υμενίου, η απελευθέρωση αντιμικροβιακών ουσιών από το ξύλο, καθώς και η βακτηριοκτόνος δράση του ξύλου, που αποδίδεται σε ορισμένες φυσικές του ιδιότητες (π.χ. όξινο pH=4-6). Παρομοίως, διαπιστώθηκε αδυναμία εγκατάστασης παθογόνων μικροοργανισμών (*Listeria* και *Staphylococcus*) στο βιο-υμένιο που σχηματίζεται στην επιφάνεια ξύλινων δεξαμενών συλλογής νωπού γάλακτος (gerles), που χρησιμοποιούνταν στην παρασκευή του γαλλικού τυριού Cantal. Σε δύο έρευνες που αφορούσαν στις επιπτώσεις από τη χρήση ξύλινων ραφιών σε θαλάμους ωρίμασης τυριών στην ασφάλεια και στην ποιότητα αυτών παρατηρήθηκαν τα εξής: λιστέρια που ενοφθαλμίστηκε σε ξύλινα ράφια αναχαιτίστηκε από τους ζωντανούς μικροοργανισμούς του βιο-υμενίου, ενώ σε άλλη έρευνα που αφορούσε στην επιβίωση του *Listeria monocytogenes* μετά από καθαρισμό και εξυγίανση ξύλινων ραφιών, οι ερευνητές συμπέραναν ότι δε συντρέχει λόγος αντικατάστασης του ξύλου που χρησιμοποιείται για ωρίμαση με άλλα υλικά, εφόσον οι διαδικασίες καθαρισμού εφαρμόζονται επαρκώς. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα ξύλινα δοχεία και τα ράφια ωρίμασης αποτελούν δεξαμενές μικροοργανισμών, που συμβάλλουν στην ποιότητα, την ασφάλεια και το χαρακτήρα των τυριών και το βιο-υμέ-

νο που σχηματίζεται στην επιφάνεια των ξύλινων επιφανειών σε επαφή με προϊόντα γάλακτος είναι ασφαλές και ικανό να αναχαιτίζει και να περιορίζει την εγκατάσταση παθογόνων μικροοργανισμών, με μηχανισμούς που αξίζει να διερευνηθούν.

Τα προηγούμενα αποτελέσματα στηρίζουν τη χρήση του ξύλου ως υλικού στις τυροκομικές επιχειρήσεις, με την προϋπόθεση ότι εφαρμόζεται κατάλληλος καθαρισμός και ακολουθεί επαρκής ξήρασή του. Οδηγίες για τη διαχείριση του ξύλου ως υλικού σε επαφή με γαλακτοκομικά προϊόντα δεν υπάρχουν και θα ήταν ιδιαίτερης αξίας για το μέλλον των παραδοσιακών τυριών. Απαιτείται έρευνα για να απαντηθούν επιστημονικά ερωτήματα σχετικά με το μικροβιακό δυναμικό των βιο-υμενίων, που αναπτύσσονται στις επιφάνειες των ξύλων που έρχονται σε επαφή με προϊόντα γάλακτος (π.χ. με ποιο μηχανισμό επιτυγχάνεται η επιλογή των ειδών μικροοργανισμών και η αποίκισή τους στην επιφάνεια του ξύλου), ο ρόλος του είδους του ξύλου στην επιλογή βακτηρίων του βιο-υμενίου, οι μηχανισμοί αποτροπής της εγκατάστασης παθογόνων, κλπ.

Σύμφωνα με γαλλική έρευνα (ACTIA, 2000), το βούρτσισμα της ξύλινης επιφάνειας με κρύο νερό και η ακόλουθη χρήση νερού υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας (>85°C), είναι η συχνότερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος εξυγίανσης των βαρελιών, που δύναται να επιφέρει μείωση του συνολικού μικροβιακού φορτίου > 5 λογαρίθμους ανά μονάδα επιφάνειας. Τέλος, σύμφωνα με το Γενικό Οδηγό του ΕΦΕΤ για την Εφαρμογή Συστήματος Βάσει των Αρχών του HACCP σε Μικρές Γαλακτοκομικές Επιχειρήσεις (ΕΦΕΤ, 2012), το πλύσιμο των βαρελιών γίνεται συνήθως με νερό θερμοκρασίας βρασμού ή και ατμό, καθώς δεν μπορεί να γίνει καθαρισμός και απολύμανση με χρήση χημικών ουσιών, λόγω της απορροφητικότητας του ξύλου.

Επίδραση των συνθηκών θερμικής εξυγίανσης των ξύλινων βαρελιών στην ποιότητα της βαρελίσιας Φέτας

Οι κοινοτικοί εταίροι μας και άλλοι λαοί με τυροκομική παράδοση δίνουν μεγάλη σημασία στη χρησιμοποίηση παραδοσιακών εργαλείων. Η επιστημονική έρευνα καταδεικνύει τη συμβολή τους στη διατήρηση της αυθεντικής ποιότητας των τυριών. Για παράδειγμα, στο Ινστιτούτο INRA στο Aurillac της κεντρικής Γαλλίας διαπίστωσαν ότι, όταν οι αγελάδες αρμέγονται σε ξύλινο δοχείο συλλογής γάλακτος, τα γαλακτικά βακτήρια από τα τοιχώματά του μεταφέρονται σε αυτό και σε 20' ο αριθμός τους ανέρχεται σε 10⁶ κύτταρα/ml. Συμπέραναν λοιπόν, ότι δεν είναι απαραίτητη η προσθήκη καλλιέργειας για την παρασκευή του τυριού Salers, εφόσον αυτό παρασκευάζεται από νωπό γάλα υγιών ζώων και γίνεται χρήση ξύλινου δοχείου για τη συλλογή του, από το οποίο και εμπλουτίζεται με ωφέλιμη μικροκλωρίδα.

Κύριο αντικείμενο προκαταρκτικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια μας, ήταν να διερευνηθεί η επίδραση που έχουν οι θερμικές κατεργασίες εξυγίανσης των ξύλινων βαρελιών, οι οποίες συχνά υποδεικνύονται από τις αρμόδιες αρχές ελέγχου, στην ποιότητα της βαρελίσιας Φέτας, με μοναδικό στόχο την απόκτηση στοιχείων που θα υποστήριζαν το έργο τους στην καθοδήγηση των ελληνικών γαλακτοκομικών επιχειρήσεων σε θέματα ασφάλειας και ποιότητας των παραγόμενων τυριών άλμης. Τα δείγματα που εξετάστηκαν προέρχονταν από μία γαλακτοβιομηχανία της χώρας και λήφθηκαν από τις επιφάνειες ξύλινων βαρελιών και από τυρί Φέτα ωριμασμένο σε ξύλινο βαρέλι ή σε λευκοσιδηρό δοχείο.

i. Μικροκλωρίδα του βαρελιού που έχει υποστεί κατεργασία εξυγίανσης με χρήση ορού γάλακτος θερμοκρασίας 90°C.

Σε δείγματα ζυματών βαρελιών, που είχαν επεξεργαστεί σύμφωνα με τις οδηγίες των αρχών (πλήρωση με ορό γάλακτος 90°C - παραμονή - επανάληψη για 2^η φορά) καταμετρήθηκε η μικροκλωρίδα/cm² και από τη μελέτη των αποτελεσμάτων προέκυψαν οι εξής διαπιστώσεις:

- Παρόλη την επιμελή εξυγίανση των βαρελιών, ο αριθμός της συνολικής αερόβιας μεσόφιλης κλωρίδας που είναι εγκατεστημένη στην εσωτερική επιφάνειά τους παραμένει υψηλός.
- Η πλειονότητα των εντεροβακτηρίων, που καταμετρήθηκαν, ανήκε στην ομάδα των κολοβακτηριοειδών.
- Διαπιστώθηκε ιδιαίτερα υψηλός αριθμός αρνητικών κατά Gram μικροοργανισμών, συγκριτικά με τον αριθμό των εντεροβακτηρίων.
- Μεταξύ των γαλακτικών βακτηρίων επικρατούν οι εντερόκοκκοι (θερμοάντοχοι), ενώ οι πληθυσμοί λακτοκόκκων (M17) και οι λακτοβακίλλων βρίσκονταν σε χαμηλά επίπεδα.



ii. Συγκριτική μελέτη της μικροχλωρίδας και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών μεταξύ Φέτας που ωρίμασε σε ξύλινο βαρέλι εξυγιασμένο με θερμότητα και αυτής που ωρίμασε σε λευκοσιδηρό δοχείο.

Η μικροχλωρίδα των τυριών Φέτας καταμετρήθηκε σε τρεις παρασκευές, με χρήση γάλακτος που προερχόταν από το ίδιο κοπάδι αιγοπροβάτων. Μετά την πήξη και τη στράγγιση των τυροπηγμάτων, η κάθε παρασκευή τοποθετούνταν σε ένα από τα τρία ξύλινα βαρέλια των οποίων η επιφάνεια εξετάστηκε προηγουμένως και παράλληλα ένα τμήμα της σε λευκοσιδηρά δοχεία. Τα τυριά εξετάστηκαν μετά από 5, 15 και 75 ημέρες ωρίμανσης σε ξύλινο βαρέλι ή λευκοσιδηρό δοχείο, ως προς τη μικροχλωρίδα τους, τις βασικές φυσικοχημικές παραμέτρους και τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά.

Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων διαπιστώθηκαν, τα εξής:

- Σε ό,τι αφορά τα γαλακτικά βακτήρια, τόσο ο συνολικός τους αριθμός, όσο και η εξέλιξή τους κατά την ωρίμαση ήταν παρόμοια και στους δύο τύπους περιεκτών (βαρέλι, δοχείο).
- Οι λακτόκοκκοι (και γενικά οι Gram θετικοί κόκκοι) εξελίσσονταν επίσης παρόμοια κατά την ωρίμαση στους δύο τύπους περιεκτών, όμως η ανάπτυξή τους ευνοούνταν ιδιαίτερα στο δοχείο, μετά από 15 ημέρες.
- Οι λακτοβάκιλλοι ήταν περισσότεροι κατά $\frac{1}{2} \log^{10}$ cfu/g στο τυρί σε βαρέλι στις 75 ημέρες.
- Οι εντερόκοκκοι μετρήθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα στο βαρελίσιο τυρί σε όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης.
- Από τα προηγούμενα αποτελέσματα υποδηλώνεται ότι καθοριστικοί μικροοργανισμοί για το άρωμα των τυριών, όπως η γαλακτική μικροχλωρίδα, βρίσκονται ουσιαστικά σε παρόμοια επίπεδα, τόσο στη βαρελίσια Φέτα, όσο και στη Φέτα στο δοχείο.
- Τα κολοβακτηριοειδή, τα εντεροβακτήρια και τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια βρίσκονταν σε χαμηλά επίπεδα, όμως μειώνονταν με ταχύτερο ρυθμό στο τυρί δοχείου. Δεν ανιχνεύθηκαν στις 75 ημέρες και στους δύο τύπους τυριών, εκτός από την περίπτωση ενός δείγματος βαρελίσιου τυριού που περιείχε *E. coli* σε πληθυσμό $1.48 \log^{10}$ cfu/g.
- Οι ζύμες επιβίωναν καλύτερα στο βαρελίσιο τυρί.
- Το τυρί που ωρίμασε στο ξύλινο βαρέλι ανέπτυξε χαμηλότερο pH στις 5 ημέρες και παρόλα αυτά τα κολοβακτηριοειδή δε μειώθηκαν ταχύτερα σε σχέση με τη Φέτα που ωρίμασε στο δοχείο. Η υγρασία ήταν παρόμοια και στους δύο τύπους τυριών σ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης, όμως το τυρί στο δοχείο απορροφούσε καλύτερα το αλάτι.

Πληροφορίες:

Ινστιτούτου Κτηνιατρικών Ερευνών, Τομέας Υγιεινής Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης Θεσσαλονίκης, ΤΘ 60272, 57001 Θέρμη Θεσσαλονίκης, **τηλ.:** 2310 365382, **e-mail:** samouris@vri.gr
Γεωπονική Σχολή, ΑΠΘ, Τομέας Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Εργαστήριο Μικροβιολογίας και Υγιεινής Τροφίμων, 54124 Θεσσαλονίκη, **email:** ganet@agro.auth.gr
Περιφερειακή Διεύθυνση ΕΦΕΤ Κ. Μακεδονίας, 57001, Δροσιά Θέρμης, **email:** vxanthopoulos@efet.gr

Τα ερωτήματα που ανακύπτουν είναι:

1. Η βιοποικιλότητα της γαλακτικής μικροχλωρίδας (λακτοβάκιλλοι, λακτόκοκκοι, εντερόκοκκοι) στη βαρελίσια Φέτα επηρεάστηκε από τη μικροχλωρίδα που αναπτύχθηκε στην επιφάνεια του βαρελιού;
2. Πώς κατάφερε να επιβιώσει το *E. coli* σε τέτοιο περιβάλλον, όπως η Φέτα, και μάλιστα εκκινώντας από τόσο χαμηλό πληθυσμό και γιατί ειδικά το *E. coli*; Μήπως στο ξύλινο βαρέλι που εξυγιάνθηκε με θερμότητα δημιουργήθηκαν ανθεκτικά στελέχη που καταφέρνουν τελικά να επιβιώσουν σε θερμοκρασιακά αντίξοες συνθήκες;
3. Θέλουμε τις ζύμες σε τέτοιους υψηλούς αριθμούς στη βαρελίσια Φέτα;

Τα γευστικά χαρακτηριστικά των τυριών αξιολογήθηκαν από 10 άτομα που τους ζητήθηκε να αξιολογήσουν σε κλίμακα από το 1 (πολύ κακό - απαράδεκτο) έως το 10 (εξαιρετικό - μου αρέσει πάρα πολύ), ως προς τα εξής χαρακτηριστικά:

- Γεύση - Άρωμα
- Οσμή
- Όξινη γεύση
- Αλμυρότητα
- Ταγκή γεύση
- Πικρή γεύση
- Φρουτώδες άρωμα και γεύση
- Γενική Αποδοχή

Από τα αποτελέσματα φάνηκε, ότι οι κριτές προτιμούσαν τη Φέτα δοχείου σε ό,τι αφορά τη γεύση - άρωμα, την οσμή και τη γενική αποδοχή.

Συμπέρασμα - Προτάσεις

Προηγούμενες έρευνές μας στα ελληνικά παραδοσιακά τυριά (π.χ. Φέτα, Γραβιέρα Κρήτης, Μπάτζος) κατέδειξαν τη σημαντική συμβολή της μικροχλωρίδας του περιβάλλοντος του τυροκομείου στις βιοχημικές δράσεις κατά την ωρίμαση αυτών, στην ανάπτυξη τυπικών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών στα τυριά και στην πιθανή αναχαίτιση παθογόνων και αλλοιογόνων μικροοργανισμών. Διατάραξη αυτής της μικροχλωρίδας είχε ως αποτέλεσμα την αδυναμία εφαρμογής του παραδοσιακού τρόπου παρασκευής των τυριών. Μια τέτοια διατάραξη μπορεί να προκληθεί και από την τροποποίηση της μικροβιακής σύστασης των βιομεμβανών που είναι εγκατεστημένες στην επιφάνεια ξύλινων βαρελιών, που έρχονται σε επαφή με το τυρί, εξαιτίας της χρήσης θερμότητας ως μεθόδου εξυγιάνσής τους.

Προτείνεται, λοιπόν, να μελετηθεί το οικοσύστημα της μικροχλωρίδας στην επιφάνεια των ξύλινων βαρελιών τυροκόμησης, σε ό,τι αφορά στη σύνθεσή της, στις ενζυμικές και αντιβακτηριακές δράσεις της και στη δυνατότητα μεταφοράς της στο τυρί, χωρίς να έχει χρησιμοποιηθεί η θερμότητα ως μέσο εξυγιάνσής τους. Επίσης, να διερευνηθούν και άλλες αποδεδειγμένα αποτελεσματικές επεμβάσεις καθαρισμού των ξύλινων βαρελιών, που να διασφαλίζουν την υγεία του καταναλωτή, καθώς και την παρασκευή βαρελίσιας Φέτας με τα ιδιαίτερα τυπικά χαρακτηριστικά της. ◀