



مقاله مروری: ارتقاء امنیت غذایی و پایداری زنجیره تأمین پنیر از طریق سنتز میکروبیولوژی سنتی و علم شبکه

مبینا قادر^۱، یگانه عراقی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی از دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات،

Mobinaghader@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی از دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات،

yeganeharaghi@gmail.com

چکیده

پنیر به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات لبنی تخمیری، نقشی محوری در تأمین مواد مغذی ضروری در راستای امنیت غذایی ایفا می‌کند (۱۵ و ۱۳). فرآیند تولید پنیر، یک اکوسیستم پویا و پیچیده است که ریز زیست جامعه آن، تعیین‌کننده اصلی کیفیت حسی و ایمنی محصول است (۱۲ و ۱۴). با این حال، زنجیره تأمین پنیر، به‌ویژه در مناطق دارای روش‌های سنتی، با چالش‌های جدی در زمینه کیفیت ناپایدار و آسیب‌پذیری بالا نسبت به آلودگی‌های میکروبی روبرو است (۱۳). برهم‌کنش‌های بین میکروارگانیسم‌های استارتر و غیر استارتر، که شامل باکتری‌ها، مخمرها، قارچ‌های رشته‌ای و پاتوژن‌ها می‌شوند، به‌طور قابل توجهی بر پویایی جوامع میکروبی درون پنیر و خصوصیات آن تأثیر می‌گذارد (۱۲). هدف این مقاله مروری، سنتز دانش کنونی در زمینه چالش‌های زنجیره تأمین پنیر و راهکارهای میکروبیولوژیکی پیشرفته برای ارتقاء ایمنی و پایداری است (۱۳ و ۱۲). ما به بررسی دقیق‌تر نقش باکتری‌های اسیدلاکتیک (*LAB*) و مخمرها در تشکیل طعم، و همچنین کاربرد نوآورانه علم شبکه و مدل‌سازی پیش‌بینی‌کننده برای درک و کنترل تعاملات میکروبی حیاتی در پنیر می‌پردازیم (۱۲ و ۹). در نهایت، این مرور بر ضرورت تلفیق فناوری‌های مدرن با دانش سنتی تولید، برای تضمین دسترسی به پنیر ایمن و با کیفیت یکنواخت در سطح جهانی، تأکید می‌کند (۱۴ و ۱۳).

کلمات کلیدی: امنیت غذایی، زنجیره تأمین غذا، پنیر، میکروبیولوژی پنیر، علم شبکه، مخمرها، باکتری‌های اسیدلاکتیک (*LAB*)، کنترل زیستی، ایمنی غذایی، مایکوتوکسین‌ها.

۱ مقدمه

اهمیت پنیر در امنیت غذایی و چالش‌های زنجیره تأمین

۱.۱ پنیر و نقش آن در امنیت غذایی



پنیر به عنوان یک محصول لبنی تخمیری با سابقه‌ای هزاران ساله، قدمتی حدود ۸۰۰۰ سال پیش در کشورهای غرب آسیا دارد (۱۳ و ۱۰). این محصول به دلیل ارزش غذایی بالا، حاوی مواد مغذی ریز و درشت فراوان است که برای حفظ سلامت انسان ضروری‌اند. محصولات لبنی تخمیری به دلیل ارزش غذایی بالا، "مرواریدهای تاج صنعت لبنیات" شناخته می‌شوند (۱۳). علاوه بر این، پنیر به دلیل داشتن لاکتوز کم، یک غذای بسیار مناسب برای افرادی است که از مشکل عدم تحمل لاکتوز رنج می‌برند و به این ترتیب، دسترسی غذایی را گسترش می‌دهد (۱۳). تولید جهانی پنیر به حدود ۲۰۰ میلیون تن می‌رسد و حدود ۱۳۰ کشور و منطقه به تولید انواع آن می‌پردازند (۱۳). مصرف پنیر در بازار جهانی و صنعت فرآوری غذا رو به افزایش است.

۱.۲ چالش‌های زنجیره تأمین در فرآوری پنیر

نبود فرآیند تولید واحد و کیفیت ناپایدار: در سطح جهانی، یک فرآیند تولید استاندارد و واحد برای پنیر وجود ندارد و شیوه‌ی تولید در کشورهای مختلف هنوز غالباً دستی است (۱۳). این عدم یکپارچگی به عواملی چون تفاوت‌های منطقه‌ای، روش‌های تولید و نوع مواد اولیه بستگی دارد (۱۳). ساختار جامعه میکروبی پنیر پیچیده است و در نتیجه، نوسانات زیادی در طعم نهایی پنیر مشاهده می‌شود (۱۳).

ریسک‌های ایمنی در مناطق خاص: ایمنی غذا دغدغه‌ای جهانی است، و این نگرانی در صنعت لبنیات کشورهای خاورمیانه بسیار مشهود است. چالش‌های ایمنی غذایی در این مناطق شامل آب ناسالم، بهداشت محیطی ضعیف، نظارت ناکافی بر بیماری‌های غذایی، قوانین قدیمی و اجرای ضعیف آن‌ها است. پنیرها، به‌ویژه پنیرهای نرم و نیمه‌نرم، محیط مناسبی برای رشد باکتری‌های بیماری‌زا هستند (۳ و ۵).

آسیب‌پذیری میکروبی: شیر و فرآورده‌های لبنی در معرض آلودگی میکروبی قرار دارند. این آلودگی به دلیل عواملی مانند ضعف در کنترل سلامت دام، آموزش ناکافی کارکنان در زمینه بهداشت، و ضعف در زنجیره سرد در مراحل تولید و نگهداری رخ می‌دهد.

۱.۳ اهداف مرور

هدف این مقاله، بررسی دقیق ریز زیست جامعه پنیر و تعاملات آن به عنوان کلید حل مشکل کیفیت ناپایدار و استانداردسازی طعم است (۱۳ و ۱۲). ما تلاش می‌کنیم تا راهکارهای علمی و فناوریانه مبتنی بر میکروبیولوژی را برای غلبه بر این چالش‌ها و تقویت سهم پنیر در امنیت غذایی جهانی معرفی کنیم.

۲ ایمنی غذایی در زنجیره تأمین پنیر: تهدیدات میکروبی و راهکارها

۲.۱ کنترل پاتوژن‌ها و میکروارگانیسم‌های ناخواسته

تهدیدات پاتوژنیک: خطرات میکروبیولوژیکی از مهم‌ترین نگرانی‌های بهداشت عمومی در فرآورده‌های شیری به شمار می‌روند. باکتری‌های بیماری‌زا مانند *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria* و *E. coli* O₁₅₇:H₇ با اپیدمی‌های ناشی از شیر مرتبط هستند.

آلودگی در پنیرهای نرم و سنتی: پنیرهای نرم و نیمه‌نرم، به دلیل رطوبت بالا، محیط مناسبی برای رشد پاتوژن‌ها فراهم می‌کنند. *Listeria monocytogenes* می‌تواند حتی در دمای یخچال نیز رشد کند. آلودگی ممکن است از منابع مختلفی



مانند تجهیزات، مواد اولیه، محیط تولید، یا آلودگی پس از پاستوریزاسیون ناشی شود. در مورد پنیرهای سنتی مانند پنیر راس که از شیر خام تهیه می‌شوند، احتمال آلودگی با میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا بیشتر است.

راهکارهای ایمنی: استانداردهای جدید در برخی کشورها، مانند مصر، الزام کرده‌اند که پنیرهای سخت مانند پنیر راس باید از شیر پاستوریزه تهیه شوند (۱۵). استفاده از کشت‌های آغازگر پایدار و بهبود روش‌های بهداشتی در مزرعه و کارخانه، نقشی اساسی در کاهش این آلودگی‌ها داشته است (۱۴).

۲.۲ مدیریت ریسک مایکوتوکسین‌ها

حساسیت پنیر به آلودگی قارچی: علی‌رغم اهمیت جهانی تولید پنیر، این محصول بسیار مستعد آلودگی توسط قارچ‌های تولیدکننده مایکوتوکسین است. رایج‌ترین مایکوتوکسین‌های پایدار در پنیر عبارت‌اند از آفلاتوکسین M1 (AFM1) و سیت‌رینین.

استراتژی‌های چندسطحی کنترل: کنترل مایکوتوکسین‌ها نیازمند یک استراتژی چندسطحی در کل زنجیره تأمین است.

کنترل در سطح مزرعه: این کنترل شامل مدیریت آلودگی خوراک دام توسط قارچ‌ها می‌شود.

کنترل در فرآیند تولید: رعایت دمای مناسب و شرایط بهداشتی مطلوب برای شیر و فرآوری ضروری است.

کنترل در سطح پنیر: قارچ‌کش‌های شیمیایی مانند ناتامایسین به‌طور رایج در صنایع غذایی برای جلوگیری از رشد قارچ‌ها در سطح پنیر استفاده می‌شوند (۶). با این حال، استفاده از عوامل کنترل زیستی مانند باکتری‌های اسیدلاکتیک و مخمرهای منتخب، یک استراتژی امیدوارکننده برای مهار رشد قارچ‌های تولیدکننده مایکوتوکسین و تخریب خود مایکوتوکسین‌ها است.

۲.۳ نوآوری‌های فناورانه در کنترل ایمنی و کیفیت

مدل‌سازی پیش‌بینی‌کننده میکروبی: مدل‌سازی پیش‌بینی‌کننده میکروبی ابزاری حیاتی برای بهینه‌سازی فرمولاسیون پنیر و شرایط نگهداری است (۹). مدل‌های مرز رشد (*Growth Boundary Models*) برای مشخص کردن مرزهایی که در آن رشد میکروبی متوقف می‌شود، توسعه یافته‌اند. همچنین مدل‌های کاردینال (*Cardinal Models*) برای توصیف نرخ‌های رشد میکروبی در پنیرها مزایای زیادی را نشان داده‌اند.

حفظ طبیعی و کنترل زیستی: در پاسخ به تقاضای مصرف‌کنندگان برای محصولات بدون افزودنی‌های شیمیایی، استفاده از مواد نگهدارنده طبیعی مانند عصاره‌های گیاهی، روغن‌های اساسی (*EO*) و باکتریوسین‌ها (مانند ناپسین) در حال گسترش است (۷). روغن‌های اساسی گیاهانی مانند آویشن و دارچین، به دلیل خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی قوی، می‌توانند رشد کپک‌ها و باکتری‌ها را مهار کنند (۷). میکروفلوئای سطحی پنیر نیز از طریق حذف رقابتی و تولید ترکیبات ضد میکروبی، نقش مهمی در دفاع در برابر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا ایفا می‌کند (۳ و ۵).



۳ میکروبیولوژی پنیر: عوامل پویای طعم و بافت

۳.۱ باکتری‌های اسیدلاکتیک (*LAB*) و پویایی میکروبی در پنیرهای پخته‌شده
اجزای مرکزی ریززیست‌جامعه: باکتری‌های اسیدلاکتیک (*LAB*) اجزای اصلی ریززیست‌جامعه پنیر هستند و نقشی برجسته در طول تولید و فراوری ایفا می‌کنند (۸ و ۱۴). ریز زیست‌جامعه پنیر گرانا پادانو (*GP*)، که پرمصرف‌ترین پنیر *PDO* در جهان است، از دو بخش اصلی مرکزی و گسترده تشکیل شده است (۱۴).

نقش کشت‌های آغازگر: در پنیرهایی مانند گرانا پادانو، کشت آب‌پنیر طبیعی (*Sieroinnesto Naturale – SN*) که از آب‌پنیر پخته و اسیدی‌نشده تهیه می‌شود، منبع اصلی سویه‌های آغازگر است (۱۴). اگرچه این کشت‌ها «تعریف‌نشده» نامیده می‌شوند، اما ترکیب گونه‌ای آن‌ها نسبتاً پایدار و قابل پیش‌بینی است و گونه‌هایی مانند *L. Helveticus* و *S. Thermophilus* در آن غالب هستند (۱۴).

نقش باکتری‌های غیرآغازگر: (*NSLAB*) در پنیرهایی که دوره رسیدگی متوسط تا طولانی دارند، باکتری‌های آغازگر (*SLAB*) در مراحل اولیه نقش محوری ایفا می‌کنند و سپس باکتری‌های غیرآغازگر (*NSLAB*) غالب می‌شوند (۱۴).

باکتری‌های غیرآغازگر نسبت به تنش‌های اسمزی مقاوم‌تر هستند و نقشی مهم در تجزیه پروتئین‌ها، تولید پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد، و در نهایت ایجاد طعم و بافت نهایی پنیر دارند (۱۴).

۳.۲ مخمرها و مسیرهای بیوشیمیایی تشکیل طعم
اهمیت مخمرها: مخمرها بخش مهمی از میکروفلور پنیرها، به ویژه پنیرهای سنتی و دست‌ساز، را تشکیل می‌دهند (۱۱). در این پنیرها، مخمرها در کنار باکتری‌ها، در فرآیند تولید و رسیدن محصول نقشی حیاتی ایفا می‌کنند (۱۱ و ۱۳).

مسیرهای بیوشیمیایی طعم: ویژگی‌های حسی خاص پنیر، به ویژه طعم و عطر، تعیین‌کننده پذیرش آن توسط مصرف‌کننده نهایی است و نتیجه ترکیباتی مانند اسیدهای چرب، آمین‌ها، کتون‌ها و اسیدهای آمینه آزاد است (۱۳). در تشکیل طعم پنیر، چهار مسیر اصلی بیوشیمیایی نقش ایفا می‌کنند که عبارت‌اند از: گلیکولیز، استفاده از سیتрат، پروتئولیز و لیپولیز (۱۳).

نقش‌های عملکردی مخمرها: مطالعات نشان داده‌اند که مخمرهایی مانند *Geotrichum candidum* در متابولیسم کربوهیدرات، چربی و اسیدهای آمینه نقش فعالی دارند (۱۳). همچنین *Debaryomyces hansenii* در متابولیسم دیگر اسیدهای آمینه فعال می‌باشد (۱۳). مخمرها علاوه بر این، اسیدهای آمینه را دآمین‌دار کرده و به کتو اسیدها و آمونیاک تبدیل می‌کنند که این فرآیند باعث افزایش میزان pH پنیر می‌شود (۱۳). مخمرها با تولید ترکیبات فرآر مانند استرها، الکل‌ها و کتون‌ها، در ایجاد طعم‌های میوه‌ای و الکلی مؤثرند (۱۱).



۴ علم شبکه و مدل‌سازی تعاملات میکروبی در پنیر

۴.۱ مفاهیم علم شبکه در اکوسیستم پنیر

برهم‌کنش‌های میکروبی: برهم‌کنش‌های بین میکروارگانیسم‌های استارتر و غیر استارتر، به‌طور قابل توجهی بر پویایی جوامع میکروبی درون پنیر و کیفیت آن تأثیر می‌گذارند (۱۲). این تعاملات شامل تغییر در ترکیباتی است که طعم، عطر، بافت و رنگ پنیر را شکل می‌دهند (۱۲).

انواع تعاملات: انواع برهم‌کنش‌های مثبت (مانند همزیستی و همکاری اولیه) و منفی (مانند رقابت، آمנסالیسم، شکارگری و انگلی) در میان موجودات اکوسیستم پنیر به دفعات مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (۱۲).

تعریف شبکه: از منظر علم شبکه، یک شبکه عبارت است از مجموعه‌ای از اشیاء یا گره‌ها که توسط یال‌ها یا تعاملات به یکدیگر متصل شده‌اند (۱۲). در مطالعه برهم‌کنش‌های میکروبی، گره‌ها عموماً نشان‌دهنده گونه‌های میکروبی و یال‌ها نشان‌دهنده نوعی تعامل هستند (۱۲).

ساختار و اهمیت آن: شبکه‌های میکروبی معمولاً دارای ساختاری «مقیاس آزاد» هستند، به این معنی که اکثر گره‌ها دارای درجه اتصال کمی بوده و تنها تعداد اندکی از گره‌ها (هاب‌ها) درجه اتصال بالایی دارند (۱۲). این نوع ساختار به افزایش مقاومت شبکه در برابر اختلالات کمک می‌کند، مگر در شرایطی که هاب‌های اصلی حذف گردند (۱۲).

۴.۲ کاربرد تحلیل شبکه در ایمنی و کیفیت

تشخیص گونه‌های کلیدی: از خصوصیات گره‌ها مانند درجه اتصال و مرکزیت برای تشخیص گونه‌های کلیدی در میکروبیوتای پنیر استفاده می‌شود (۱۲).

تعاملات مثبت (همزیستی): تعاملات همزیستی که در پنیرهای سطح‌رسیده دیده می‌شود (مانند همزیستی بین *SLAB* یا *NSLAB*–*LAB* قارچ‌ها)، عموماً غیرمستقیم بوده و به عواملی نظیر تغییرات *pH* یا تولید و مصرف سوبستراها در محیط وابسته می‌باشند (۱۲).

تعاملات منفی (آمنسالیسم): پدیده آمنسالیسم که در نتیجه تولید باکتریوسین‌ها ایجاد می‌شود، اهمیت زیادی دارد و می‌تواند در مهار پاتوژن‌ها و ارتقاء ایمنی پنیر بسیار مؤثر باشد (۱۲).

ابزارهای اکتشافی: داده‌های متاتاکسونومیکس، متانومیکس و متابولومیکس زمینه‌ساز مناسبی برای استخراج شبکه‌های ارتباطی میکروبی فراهم آورده‌اند (۱۲). هرچند ابزارهای محاسباتی صرفاً اکتشافی هستند، ترکیب چندین روش استنتاجی می‌تواند در تشخیص تعاملات پایدار و معتبر در میکروبیوتای مواد غذایی مؤثر باشد (۱۲).

۵ صنعتی‌سازی و چشم‌انداز آینده: تضمین پایداری و ایمنی زنجیره تأمین

۵.۱ مزایای صنعتی‌سازی در کنترل زنجیره تأمین



در فرآوری صنعتی پنیر، فناوری‌های پیشرفته مزایای قابل توجهی را برای بهبود زنجیره تأمین و ارتقای ایمنی غذایی به همراه دارند (۱۳). این فرآیندها شامل کنترل دقیق و سخنگیرانه دما، رطوبت و زمان رسیدگی است که منجر به تولید پنیر با کیفیت یکنواخت و قابل پیش‌بینی می‌شود (۱۳). پاستوریزاسیون در تولید صنعتی به طور گسترده‌ای به کار می‌رود و یک گام کلیدی برای کاهش اولیه بار میکروبی و تضمین ایمنی غذایی است (۱۳). همچنین، استفاده از استارترهای تجاری تعریف‌شده به جای کشت‌های سنتی آب‌پنیر، امکان کنترل دقیق‌تر ترکیب میکروبی و در نتیجه یکنواختی در طعم، بافت و ماندگاری پنیر را فراهم می‌کند (۱۴).

این کنترل‌های دقیق، به کاهش آلودگی‌های میکروبی و ارتقاء قابلیت رهگیری و پاسخگویی در زنجیره تأمین کمک شایانی می‌کند (۱۵). این موضوع به ویژه در پنیرهای نرم و نیمه‌نرم که به دلیل رطوبت بالا در برابر پاتوژن‌هایی مانند *Listeria monocytogenes* آسیب‌پذیرند، اهمیت دارد.

۵.۲ راهکارهای حفظ اصالت و نوآوری: ترکیب سنت و فناوری
علی‌رغم مزایای استانداردسازی صنعتی، نگرانی‌هایی در مورد از دست رفتن تنوع طعم و اصالت در پنیرهای با کشت آغازگر تعریف‌شده وجود دارد (۱۴). راهکار آینده برای پایداری زنجیره تأمین پنیر، ترکیب نوآورانه دانش سنتی با فناوری‌های پیشرفته است (۱۴ و ۱۳).

استفاده از سیستم‌های آغازگر مختلط: تلاش‌ها برای حفظ اصالت، منجر به توسعه سیستم‌هایی شده است که در آن‌ها کشت‌های آب‌پنیر طبیعی و پیچیده، با سویه‌های آغازگر منتخب، برای ایجاد طعم‌های منحصر به فرد ترکیب می‌شوند (۱۴). سویه‌های میکروبی منتخب از کشت‌های آغازگر سنتی (مانند *Lactobacillus helveticus* و *Streptococcus thermophilus* در پنیر گرانا پادانو) می‌توانند به عنوان کشت‌های اولیه پایدار و قابل اعتماد در تولید صنعتی استفاده شوند (۱۴).

پتانسیل جوامع میکروبی مصنوعی: رویکردهای نوین مانند مهندسی جوامع میکروبی مصنوعی (*Synthetic Microbial Communities*) یک ابزار آزمایشی برای مطالعه و کنترل دقیق برهم‌کنش‌های میکروبی در محیط پنیر فراهم کرده‌اند (۱۲). این جوامع مهندسی‌شده، که از تعداد محدودی گونه با ویژگی‌های عملکردی مشخص تشکیل شده‌اند، پتانسیل کنترل دقیق‌تر مسیرهای بیوشیمیایی طعم و ارتقاء ایمنی را دارند (۱۲).

ادغام فناوری‌های آمیک و علم شبکه: استفاده از متاژنومیک، متاتاکسونومیکس و متابولومیکس می‌تواند به درک عمیق‌تر پویایی‌های ریززیست‌جامعه پنیر کمک کند (۱۲). داده‌های چندبعدی حاصل از این رویکردها، اطلاعات مناسبی برای نمایش تعاملات زیستی و متابولیکی در قالب شبکه فراهم می‌آورند (۱۲). تحلیل این شبکه‌ها به شناسایی گونه‌های کلیدی (*Hubs*) که تأثیر نامتناسبی بر ساختار جامعه دارند، منجر می‌شود و امکان هدف‌گیری دقیق‌تر این گونه‌ها برای بهبود طعم و افزایش ایمنی را فراهم می‌سازد (۱۲).



۶. نتیجه‌گیری

پنیر به عنوان یک محصول حیاتی با قدمتی طولانی، به دلیل ارزش غذایی بالا و قابلیت تخمیر، نقشی اساسی در امنیت غذایی جهانی ایفا می‌کند (۱۳). با این حال، تضمین پایداری و ایمنی آن، مستلزم غلبه بر چالش‌های پیچیده‌ای در طول زنجیره تأمین، به ویژه در زمینه کنترل میکروبیولوژیکی است (۱۲).

برهم‌کنش‌های میکروبی پیچیده، شامل عملکردهای باکتری‌های اسیدلاکتیک (*LAB*) و مخمرها، عامل اصلی تعیین‌کننده طعم، عطر و بافت نهایی پنیر است (۱۳ و ۱۴). درک دقیق چگونگی اثر متقابل این گونه‌ها و تأثیر آن‌ها بر مسیرهای بیوشیمیایی (مانند گلیکولیز، پروتئولیز و لیپولیز) کلید دستیابی به کیفیت یکنواخت است (۱۲).

برای ارتقای ایمنی غذایی پنیر، سه راهبرد اصلی مورد تأکید است:

۱. استانداردسازی صنعتی و پاستوریزاسیون در زنجیره‌های با حجم بالا (۱۵).

۲. توسعه عوامل کنترل زیستی برای مهار پاتوژن‌ها و مایکوتوکسین‌ها (مانند *AFMI* و سیتترینین) به عنوان جایگزینی برای افزودنی‌های شیمیایی (۶ و ۹).

۳. استفاده از مدل‌سازی پیش‌بینی‌کننده برای بهینه‌سازی فرمولاسیون و شرایط نگهداری پنیر (۹).

در نهایت، آینده زنجیره تأمین پنیر به توانایی ما در تلفیق دانش سنتی و فناوری‌های نوین وابسته است (۱۴). ادغام علم شبکه با داده‌های آمیک، پتانسیل بی‌سابقه‌ای را برای مهندسی میکروبیوم پنیر و ایجاد محصولات ایمن‌تر، باکیفیت‌تر و با پایداری بالاتر ارائه می‌دهد (۱۲). تقویت این جنبه‌ها، نه تنها به نفع صنعت لبنیات است، بلکه مستقیماً به تضمین دسترسی به غذای سالم، مغذی و ایمن برای جمعیت رو به رشد جهان کمک می‌کند.

۷. مراجع

1. Mohammed A. Falih, Ammar B. Altemimi, Qausar Hamed Alkaisy, Farhang H. Awlqadr, Tarek Gamal Abdelmaksoud, Sajed Amjadi, Ali Hesarinejad, "Enhancing safety and quality in the global cheese industry: A review of innovative preservation techniques"
2. Holly Montgomery, Simon A. Haughey, Christopher T. Elliott, "Recent food safety and fraud issues within the dairy supply chain (2015–2019)"
3. B. D. SAUDERS¹ AND D. J. D'AMICO, "Listeria monocytogenes cross-contamination of cheese: risk throughout the food supply chain"
4. , N. I. Valeeva, M. P. M. Meuwissen, A. G. J. M. Oude Lansink, and R. B. M. Huirne, "Improving Food Safety Within the Dairy Chain: An Application of Conjoint Analysis"
5. E. D. van Asselt, H.J. van der Fels-Klerx, H.J.P. Marvin, H. van Bokhorst-van de Veen, and M. Nierop Groot, "Overview of Food Safety Hazards in the European Dairy Supply Chain"
6. Camila Aranda, Rodrigo Rodriguez, Martin A.Fernandez-Blado, and Paola Duran, "Mycotoxins in Cheese: Assessing Risks, Fungal Contaminants, and Control Strategies for



Food Safety”

7. Ana Isabel Najera, Sonia Nieto, Luis Javier R. Barron and Marta Albisu, “A Review of the Preservation of Hard and Semi-Hard Cheeses: Quality and Safety”
8. Baltasar Mayo, Javier Rodriguez, Lucia Vazquez and Ana Belen Florez, “Microbial Interactions within the Cheese Ecosystem and Their Application to Improve Quality and Safety”
9. Aricia Possas, Olga Maria Bonilla-Luque and Antonio Valero, “From Cheese-Making to Consumption: Exploring the Microbial Safety of Cheese through Predictive Microbiology Models”
10. Nasim Khorshidian, Elham Khanniri, Mohammad Reza Koushki, Sara Sohravandi, and Mojtaba Yousefi, “An Overview of Antimicrobial Activity of Lysozyme and Its functionality in Cheese”
11. Thomas Bintsis, “Review Yeasts in different types of cheese”
12. Eugenio PARENTE, Teresa ZOTTA, Annamaria RICCIARDI, “Microbial association networks in cheese: a meta-analysis”
13. Xiaochun Zheng , Xuwei Shi and Bin Wang , “A Review on the General Cheese Processing Technology, Flavor Biochemical Pathways and the Influence of Yeasts in Cheese”
14. Giorgio Giraffa, “The Microbiota of Grana Padano Cheese Review”
15. A.H. Adam , A. Aly Salwa , M.F. Saad , “Microbiological quality of some commercial dairy products and cheese analogues focused on Mideast”