ویژگی‌های حسی پنیر پرو بیوتیک

Sensory characteristics of probiotic cheese

شراره شهبازی [1*]

دریافت: ۱۴۰۰/۳/۱۹ **پذیرش:۱۴۰۰/۸/۲۱**

چکیده

پنیر بستر بسیار مناسبی برای میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک می‌باشد تا آنها را به داخل روده هدایت کند. علاوه بر آن انواع مختلفی از پنیر در سراسر جهان تولید می‌شوند. مصرف پنیر توسط اکثریت مردم علاوه بر دارا بودن ارزش تغذیه‌ای برای آنها، باعث افزایش در خواست بازار برای پنیر پروبیوتیک می‌شود. پروبیوتیک‌ها اغلب در محصولات غذایی در یک سطح استاندارد تا زمان مصرف زنده می‌مانند بدون اینکه در خصوصیات حسی آن ماده تغییری حاصل شود. در رابطه با اینکه پروبیوتیک‌ها می‌توانند اثر گذار باشند بر روی طعم، بافت و ظاهر محصولات لبنی، خصوصیات حسی لبنیات مورد مطالعات متعددی قرار گرفته است. در این مقاله ویژگی‌های حسی پنیری را که توسط پروبیوتیک‌ها تولید می‌شود، مورد بررسی قرار گرفت.

واژگان کلیدی: پنیر پروبیوتیک، میکروارگانیسم‌ها، محصولات لبنی، فراسودمند.

مقدمه

مواد غذایی فراسودمند به این صورت تعریف می‌شوند " مواد غذایی که خصوصیات فیزیولوژیکی سودمند دارند و به سلامت مصرف کننده کمک می‌کنند ". در سال ۲۰۰۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ تولید در بازار جهانی مواد غذایی فراسودمند به ترتیب ۳۲/۰۷، ۶۸/۳۹ و۱۵۵/۴۱ بیلیون دلار در آمد زایی داشته است. در سال ۲۰۰۳ بزرگترین بازار برای مواد غذایی فراسودمند و مکمل‌ها در آمریکا و اتحادیه اروپا و ژاپن گزارش شد.

پروبیوتیک‌ها اینگونه تعریف شده اند " هر میکروارگانیسم زنده‌ای که اگر به تعداد کافی توزیع شود بر روی میزبان اثر سود بخش القا می‌کند ". پروبیوتیک‌ها با توجه به ارتقاء دادن میکروفلورای روده و ارتقاء دادن قدرت تدافعی موکوزی در برابر پاتوژن‌ها اثرات سودمندی در سلامتی بشر دارند علاوه بر آن در سودمندی‌هایی شامل افزایش قدرت ایمنی، کاهش سرم کلسترول، سینرزیس بودن با ویتامین‌ها، فعالیت آنتی کارسینوژنیک داشتن و فعالیت ضد باکتریایی را نیز دارا می‌باشند.

---

[1] دانشگاه فنی و حرفه ای تهران, دانشکده ولیعصر

* **ایمیل نویسنده مسئول:** shararehshahbazi@yahoo.com_

با رشد مواد غذایی فراسودمند در اکثر مناطق، تحقیقات بیشتری به منظور الحاق پروبیوتیک‌ها با محصولات لبنی و بالا بردن ارزش تغذیه‌ای این محصولات صورت گرفته است. اعضاء جنس‌های لاکتوباسیلوس (Lactobacillus) و بیفیدوباکتریوم (Bifidobacterium) به طور گسترده ای در مواد غذایی پروبیوتیک استفاده می‌شوند.

بازارهای بزرگ برای پروبیوتیک‌ها و مکمل‌های غذایی در سال ۲۰۰۷ ، ۱۴/۹ بیلیون دلار و در سال ۲۰۰۸ ، ۱۶ بیلیون دلار رشد داشته است. تخمین زده می‌شود در سال ۲۰۱۳ این رقم به ۱۹/۶ بیلیون دلار برسد.

مواد غذایی کاربردی برای پروبیوتیک‌ها اغلب محصولات لبنی هستند مانند ماست و کفیر و نوشیدنی‌های کشت داده شده که در اکثر کاتاگوری‌ها نشان داده شده است. محصولات ماستی به عنوان بزرگترین محصول در این زمینه که به فروش می‌رسد گزارش شده است و همچنین در همین زمینه گزارش شده است که فروش محصولات ماستی پروبیوتیک به میزان ۳۶/۶ ٪ رشد داشته است. سایر مواردی که به این صورت کاربرد داشته اند مانند پنیر پروبیوتیک و بستنی، غلات صبحانه غذای کودک و بسیاری موارد مشابه دیگر می‌باشد.

برای مهیا کردن شرایط به منظور حصول اثرات سودمند برروی سلامتی پروبیوتیک‌ها در صنایع غذایی سطح 10^6 CFU.gr^{-1} پیشنهاد شده است. این استاندارد به منظور تدارک دیدن کنسانتره باکتریایی از لحاظ تکنولوژیکی قابل دست یافتن است و این میزان بر روی سلامت مصرف کننده اثربخش می‌باشد.

پنیر به عنوان حاملی مناسب برای رسانیدن پروبیوتیک‌ها به طور مکرر پیشنهاد شده است و در سال‌های اخیر این موضوع در بازارهای گوناگون مورد تحقیق واقع شده است. پنیر نسبت به سایر محصولات لبنی تخمیر شده مثل ماست یک مزیت برتر دارد، پنیر در برابر محیط اسیدی در شرایط روده – معده یک محیط تامپون ایجاد می‌کند که این محیط دلخواه پروبیوتیک‌ها است و آنها در هنگام عبور از معده زنده می‌مانند. علاوه بر این ماتریکس متراکم و محتوای بالای چربی پنیر مثل پنیر چدار برای حفاظت از پروبیوتیک‌ها در محوطه شکم پیشنهاد می‌شود.

تحقیقات متعدد و فرآوری‌های بسیاری بر روی انواع پنیر صورت گرفته است، اغلب پنیرها در حفظ و نگهداری پروبیوتیک‌ها عملکرد موفقی داشته اند. در هر صورت یک پیش درخواست برای فرآوری پنیر پروبیوتیک وجود دارد و اینست که بقاء این کشت‌ها با زمان رسیدگی پنیر مرتبط است. پنیر محتوی کمپلکس ترکیبات میکروبی است که در طول زمان تغییر می‌کند؛ در ابتدا شامل تعداد زیادی استارتر LAB (Lactic Acid Bacteria) است و زمانی که رسیده شد تعداد این باکتری‌ها افزایش می‌یابد بنابراین قدرت بقاء پروبیوتیک‌ها در پنیر می‌تواند سخت باشد و یک پدیده پیچیده تلقی می‌شود. علاوه بر این قدرت بقاء پروبیوتیک‌ها در پنیر مهم آنست که الحاق پروبیوتیک‌ها نباید بر روی خصوصیات حسی مورد نظر (طعم، بافت و ظاهر) پنیر و مرسوم (غیر پروبیوتیک) پنیر تاثیر بگذارد. در هر صورت این افزوده شدن می‌تواند یک طعم و بافتی مجزا را تشکیل بدهد اگر چه مطالعات متعددی نشان داده است که افزودن پروبیوتیک‌ها تاثیری بر کیفیت حسی پنیر ندارد. بنابراین، این مهم

است که ماده غذایی پروبیوتیک با یک شاهد (غیر پروبیوتیک) به منظور ارزیابی حسی زمانی که ماده غذایی جدید شکل گرفت مقایسه شود. طعم اولین شاخص انتخابی غذایی است، همچنین ویژگی‌های حسی کاربردی مواد غذایی برای توجه و احترام به مصرف کننده از دیدگاه مصرف حائز اهمیت می‌باشد. مصرف کنندگان با مصرف یک ماده غذایی که تغییری در طعم آن ایجاد شده است در مقایسه با نوع مرسوم آن ماده غذایی موافقت نمی‌کنند حتی اگر آن تغییر طعم برای سلامتی سودمند باشد، باز علاقه ای از خود نشان نمی‌دهند. پنیرها بر اساس بافت از خیلی سخت تا نرم طبقه بندی می‌شوند. طعم پنیر در پنیری که هنوز نرسیده است ملایم است و می‌تواند در پنیر رسیده تند و تیز شود.

در این مقاله مروری از منظر پنیر پرو بیوتیک وارد بحث شده و همچنین مروری بر آنالیز حسی محصولات پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و سین بیوتیک می‌شود. در هر صورت در هیچکدام از این موارد ویژگی‌های حسی پنیرهای مختلف حاوی انواع مختلف و سوش‌های پروبیوتیک موضوعات چشمگیری برای این مرور وجود ندارد و در واقع هدف این مرور بحث در مورد ویژگی‌های حسی پنیر پروبیوتیک و تاثیر افزودن پروبیوتیک‌ها به آن می‌باشد. همچنین اکثر تکنیک‌ها برای آنالیز حسی پنیر پروبیوتیک شرح داده شده است.

۱- پنیر به عنوان ماتریکس غذایی پروبیوتیک

پنیر به عنوان حامل پروبیوتیک‌ها در روده انسان به دلیل داشتن ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی منحصر به فرد در مقایسه با سایر شیرهای تخمیر شده از یک پتانسیل مناسب برخوردار می‌باشد، این ویژگی‌ها مانند pH بالاتر و اسیدیته قابل تیتراسیون پایین تر، ظرفیت تامپونی بالاتر، محتوای چربی بالاتر، مواد مغذی بیشتر، محتوای اکسیژن پایین تر و ماتریکس بافتی فشرده‌تر هستند که فاکتورهای مذکور باعث بالا رفتن قدرت بقاء پروبیوتیک‌ها در ماتریکس پنیر می‌شود. به علاوه انواع گوناگون پنیر در سطح بسیار بالا در جهان و جود دارد و توسط هرکسی به مصرف نمی‌رسد. همچنین ارزش تغذیه ای بالای پنیر و در نتیجه پنیر پروبیوتیک از نظر بازار فروش به طور گسترده ای مرتبا افزایش داشته است. در بسیاری از تحقیقات و فرآوری‌ها الحاق پروبیوتیک‌ها در انواع مختلف پنیر مورد پژوهش قرار گرفته است. سوش‌های متعدد پروبیوتیک (سوش‌های لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم) به صورت موفقیت آمیز در انواع پنیرها افزوده شده اند و همچنین در یک سطح کمتر *Propionibacterium frudenreichii ssp. shermani* استفاده شده اند. برای اینکه پروبیوتیک‌ها در سلامتی اثر سودمندی داشته باشند باید در مواد غذایی تا یک سطحی زنده بمانند (سطح $۱۰^{۶}$ CFU.gr^{-1} معمولا کمترین سطح است) تا زمانی که به مصرف برسند. این زمان در مورد پنیر شامل تولید، رسیدن و انبارداری می‌باشد. بنابر این یک پیش نیاز فرآوری پنیر پروبیوتیک بقاء پروبیوتیک‌ها در طول این دوره طولانی می‌باشد.

فاکتور تاثیر توانایی پروبیوتیک‌ها در پنیر می‌تواند به ۳ دسته طبقه بندی شود شامل فاکتور فرمولاسیون (سوش‌های پروبیوتیک‌ها و واکنش‌های میکروبی، pH و اسیدیته قابل تیتراسیون، پر اکسید هیدروژن، اکسیژن ملکولی، رشد پیش برنده‌ها

و افزودنی‌های غذایی، نمک، ریز پوشانی و فاکتورهای رسیدن)، فاکتور پروسس (دما، رفتار گرمایی، نوع تلقیح و دمای انبار داری) و مواد بسته بندی و سیستم‌ها.

در دوره‌ای که قدرت بقاء پروبیوتیک‌ها در پنیر محتوی ترکیبات کمپلکس شده میکروارگانیسم‌ها که با زمان تغییر می‌کند، در ابتدا محتوی تعداد زیادی از سوش‌های LAB است و پس از رسیدن پنیر این باکتری‌ها زیاد می‌شود بنابراین قدرت بقاء پروبیوتیک‌ها در تخمیر پنیر یک پدیده کمپلکس است. در واقع قدرت بقاء پروبیوتیک‌ها در انواع پنیر پس از پایان دوره انبارداری رضایت بخش گزارش شده است. در اکثر تحقیقات میزان نهایی تعداد شمارش شده پروبیوتیک‌ها در آخر دوره انبارداری پنیر $CFU.gr^{-1}$ ۱۰^۶< ، در بسیاری $CFU.gr^{-1}$ ۱۰^۷< و در تعدادی $CFU.gr^{-1}$ ۱۰^۸< گزارش شده است. همچنین در بسیاری از تحقیقات حفظ و نگهداری پروبیوتیک‌ها در طول دوره انبارداری با یک کاهش ناچیز کمتر از یک سیکل لگاریتمی یا یک افزایش ناچیز گزارش شد. این نتایج تایید می‌کند که پنیر یک حامل مناسب و خوب برای پروبیوتیک‌ها تا زمان مصرف می‌باشد. بخشی از پروبیوتیک‌ها از زمان تولید تا زمان مصرف و شرایط روده‌ای-معده‌ای زنده ماندند. ماتریکس‌های غذایی تاثیر چشمگیری در حمل موفق پروبیوتیک‌ها در روده در مقایسه با یک حامل مایع یا سوسپانسیون داشتند. در شرایط واقعی آنالیز پروبیوتیک‌ها، تحقیقات با توجه به بقاء آنها در شرایط شبیه سازی شده محیط روده‌ای-معده‌ای انجام می‌شود. در هر صورت در این زمینه مطالعات محدودی وجود دارد. این مطالعات ارتباط خوب ماتریکس پنیر برای پروبیوتیک‌ها را نشان می‌دهد.

۲- اثر پروبیوتیک‌ها بر روی پذیرش حسی پنیر پروبیوتیک در مقایسه با پنیر غیرپروبیوتیک

پنیر با افزودن پروبیوتیک‌ها باید کمترین میزان تغییر طعم را در مقایسه با نوع معمولی نشان دهد. این برخورد پروبیوتیک‌ها بر روی ویژگی‌های طعم پنیر ارتباط اصلی بر روی گونه‌ها و سوش‌های افزوده شده می‌باشد. همچنین فعالیت متابولیکی سوش‌ها در طول فرآوری پنیر و دوره انبارداری حائز اهمیت می‌باشد. بسیاری از تحقیقات نشان می‌دهد که افزودن پروبیوتیک‌ها به پنیر در کشت مناسب و فرمولاسیون، طعم و ویژگی‌های حسی را تغییر نمی‌دهد. گزارش شده است افزودن بیفیدوباکتریا (Bifidobacteria) در پنیر چدار بر روی بافت و طعم و ظاهر در طول ۲۴ هفته انبارداری تاثیری ندارد. پنیرهای حاوی بیفیدوباکترها در مقایسه با شاهد اسید استیک و اسید لاکتیک بیشتری داشتند. همچنین مشاهده شد بیفیدو باکترها تاثیری بر فعالیت متابولیکی ندارد. برخی تحقیقات گزارش کرده اند که اگر به پنیر چدار حاوی سطح بالایی از *L.paracasei* کشت همراه *L. Salivarius* اضافه شود در مقایسه با شاهد تغییراتی در طعم و بافت مشاهده می‌شود البته نشان داده شد که افزودن این لاکتوباسیل‌ها روی مقیاس حسی و ترکیبات پنیر اثر نمی‌گذارد و آنها را تغییر نمی‌دهد. محققین مشاهده کردند که علاوه بر افزایش پروتئولیز در طول انبارداری افزودن *L. acidophilus* به پنیر تازه در طول عمر نگهداری آن (در دمای ^{o}C ۵ در ۱۵ روز) در مقایسه با شاهد اثری بر روی طعم و بافت ندارد (Jurkiewicz *et al.*, 1999). همچنین طی تحقیق دیگری که بر روی پنیر تازه صورت گرفت مشخص شد *L. acidophilus La-5* تغییرات چشمگیری در مزیت‌های پنیر تازه پس از ۷ روز انبارداری

در دمای $5\ ^{o}C$ ایجاد نکرد. این پنیرها توسط اسیدسازی هدایت شده با اسید لاکتیک و افزودن کشت همراه مزوفیل حاوی *L. lactis* و *L. cremoris* بودند (Buriti *et al.*, 2005). همچنین ویژگی‌های پنیر چدار را با افزودن *L. paracasei* در کشت همراه حاوی *L. salivarius* بررسی کردند و گزارش دادند که سطح بالای لاکتوباسیلوس کمک می‌کند که در مقایسه با شاهد تغییرات حسی و نیز تغییرات طعم و بافت نداشته باشد (Gardiner *et al.*, 1998). همچنین با توجه به نتایج تهیه پنیر چدار با افزودن *L. paracasei* این محصول را تولید کردند (Stanton *et al.*, 1998). محققین دیگری نشان دادند که افزودن کشت *L. acidophilus La-5* زمانی که پنیر تازه فرآوری می‌شود به ویژه در محصولات پنیری با افزودن پروبیوتیک در کشت همراه با *S. thermophilus* در طول ۱۴ روز انبارداری یک توانایی حسی به محصول می‌بخشد (Derake *et al.*, 2008).

LAB کشت پنیر و آنزیم‌های پروتئولیتیک برای در هم شکستن کازئین و پروتئین‌های اب پنیر (Whey) در برابر پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد واکنش می‌دهند. متوجه شدند که پنیر فرآوری شده با افزودن *L. paracasei* یک عطر و بوی ضعیف ملایم، حللت تازه اسیدی، لندکی تند و تیز و کمی مات و تیره رنگ می‌باشد. آنها گزارش کردند که طعم نامطلوب به علت حضور بیش از حد اسید استیک در محصول (مزه سرکه ای) پنیر پروبیوتیک با توجه به حضور بیفیدوباکترها می‌باشد (Thage *et al.*, 2005).

محققین اثر تکمیلی افزایش میزان (در شیر ۰/۸ gr/ l و ۰/۰۴ gr/ l) *L. acidophillus* را بر روی پارامترهای فیزیکوشیمیایی و ویژگی‌های حسی در پنیر تازه مورد مطالعه قرار دادند. آنها پذیرش پنیر پروبیوتیک در مقایسه با پنیر مرسوم (غیرپروبیوتیک) را با آزمایش توسط مصرف کننده مشخص کردند. پنیر پروبیوتیک حاضر در مقایسه با پنیر مرسوم امتیاز کمتری از لحاظ ظاهر، آروما و بافت را دریافت کرد. دلیل آن هم pH پایین‌تر و تولید اسیدهای آلی بیشتر به دلیل متابولیسم میکروبی بود. پیدایش تاثیر منفی در فرآیند تولید پنیر پروبیوتیک بر روی ویژگی‌های حسی (ظاهر، آروما، مزه و بافت) هنگامی می‌تواند روی دهد که سطح بالایی از مکمل را با *L. acidophilus* مورد استفاده قرار گرفت (Gomes *et al.*,1995). برخی تحقیقات اعلان داشتند که افزودن پروبیوتیک‌ها در پنیر می‌تواند طعم و یا سایر صفات حسی را ارتقاء دهد. محققین گزارش کردند که افزودن *L. casei ssp rhamnosus LBC 80* به کشت CR – 213 (ترکیب ۲ سوش *L. lactis* و یک سوش *L. cremoris*) در مقایسه با شاهد تغییرات حسی مثبتی را در رابطه با طعم و بافت پنیر چکیده پس از ۹۰ و ۱۸۰ روز رسیدن ایجاد می‌کند (Katsiari *et al.*, 2002).

محققین روش ارتقاء دادن پارامترهای حسی پنیر Arzua - Ulloa را توسط کاهش دادن مزه تندوتیز در مقایسه با شاهد به دست آوردند. انواع مختلفی از سوش‌های *L. Namely* و *L. casei* و *L. plantarum* و *L. pseudoplantarum* (۲ سوش) و سوش تجاری *L. casei* را به طور مجزا آزمایش کردند. همچنین یک استارتر اسیدی – آروماتیک محتوی *L. lactis* و *L. lactis ssp lactis var diacety lactis* را نیز مورد آزمایش قرار دادند (Menendez *et al.*, 2000).

Masco و همکاران مشـــاهده کردند که اســـتفاده از *B. animalis ssp lactis Bb - 12* در پروتئولیز نتیجه بهتری می‌دهد و همچنین در طعم زمانی که *B. longum* استفاده می‌شود. آنها متوجه شدند که مطمئنا پپتیدازها به همراه *L. cremoris* کیفیت حسی پنیر را ارتقاء می‌دهد (Masco *et al*., 2004). محققین دیگری بر روی *L.acidophilus* و بیفیدوباکترها در پنیر کم چرب کار کردند که نتایج خوبی در زمینه طعم و ظاهر و بافت آن محصول به دست آوردند (Ryhanen *et al*., 2001).

اثر پروبیوتیک‌ها بر روی واکنش‌های بیوشیمیایی که پروفایل طعم پنیر را تغییر می‌دهند. طعم پنیر کمپلکس بسیار پیچیده‌ای است و شامل صدها ترکیب گوناگون می‌باشد. ترکیبات طعم زا حاصل پروتئولیز و لیپولیز و گلیکولیز می‌باشد. این ترکیبات به دو قسمت فرّار و غیر فرّار تقسیم می‌شوند. پپتیدها، اسیدامینه‌های ازاد، اسیدهای چرب متوسط و بلند زنجیره و بسیاری از اسیدهای آلی غیر فرّار هستند و در ایجاد مزه دخیل می‌باشند. تعداد بسیار زیادی ترکیبات فرّار وجود دارند که در ایجاد آروما دخالت دارند (آلدئیدها، ستون‌ها، الکل‌ها، اسیدهای آلی فرّار، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، سولفید و سایر مشتقات آمینواسیدها، اسیدهای چرب و لاکتوز).

آنزیم‌های باکتری‌های پروبیوتیک در مقایسه با شاهد می‌تواند پروفایل طعم پنیر را تغییر دهد. جدول ۱، انتشار انتخابی بر روی اثرات حسی پروبیوتیک‌ها در پنیر را نشان می‌دهد. نمودار ۱، اثر افزودن پروبیوتیک‌ها بر روی ویژگی‌های حسی پنیر را نشان می‌دهد. نمودار ۲، اثر پروبیوتیک‌ها را بر روی پروفایل طعم پنیر نشان می‌دهد. آمینو اسیدهایی که در طول تولید و رسیدن ایجاد می‌شوند پیش سازهای ضروری ترکیبات مسئول آروما می‌باشند و افزایش حضور آنها در مقدار حد واسط می‌باشد بنابراین یک رابطه اساسی برای ارتقاء دادن ویژگی‌های حسی پنیر با حضور این آمینواسیدها وجود دارد. علت بسیاری از انواع مزه‌ها و بوها در واقع تجزیه آمینواسیدهای مختلف می‌باشد. پروفایل AT از حضور LAB در پنیر نشئت می‌گیرد و باعث ارتقاء یافتن طعم پنیر می‌شود. فعالیت AT مربوط به توانایی یک پذیرنده گروه آمینو است، معمولا α-کتوگلوتاریک اسید برای فعالیت AT در پنیر می‌تواند فاکتور محدودیت رشد باشد و اظهار شده است که باکتری‌های لاکتیک اسید با توانایی تولید و استفاده از گلوتامات دی هیدروژناز برای تولید مجدد گلوتامات پس از α – کتو گلوتاریک اسید به منظور ارتقاء دادن طعم در پنیر می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند. در هر صورت این واکنش یک تغییر مناسب برای محدود کردن در داخل پنیر است چرا که پتانسیل اکسایش-کاهش کمی دارد و بی‌هوازیست. تولید و تجمع اسید استیک در پنیر پروبیوتیک بر روی امتیاز حسی موثر بود.

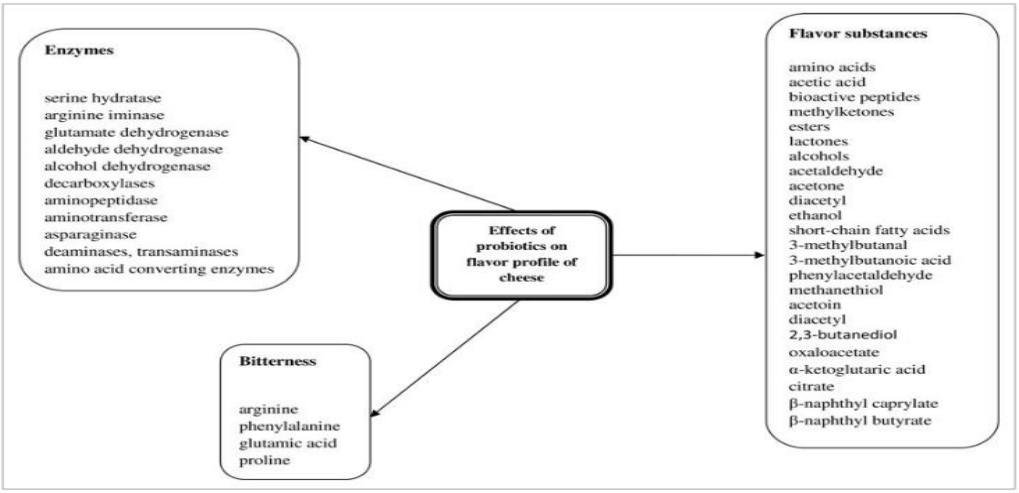
Ong و همکاران نیز همچنین متوجه شدند که میزان اسید استیک در پنیر حاوی *Bifidobacteria*، *L. casei 279* و *L. paracasei LAFTI L26* در مقایسه با شاهد بسیار چشمگیر بود (Ong *et al*., 2007). طبق یک تحقیق بر روی پنیر چدار *B. lactis* Bb – *12* و *B. longum Bb – 536* مورد استفاده قرار گرفت و سطح بالاتر اسید استیک (۳۸۵ ٪) در مورد *B. lactis Bb – 12* در مقایسه با شاهد دیده شد. همچنین اسید استیک در *B. longum Bb – 536* هم به میزان ۱۷۲ ٪ در مقایسه با

شاهد تولید شده بود. سطح اسید استیک در پنیر نشانگر متابولیسم بیفیدوباکترها است که به عنوان محصول نهایی متابولیسم گلوکز از طریق فروکتوز – ۶ – فسفات می‌باشد. در میان بیفیدوباکترها، *B. bifidum* قادر به تولید استالدئید در سطحی بسیار بالا می‌باشد (Mc Brearty *et al*., 2001).

جدول ۱- انتشار انتخابی بر روی اثرات حسی پروبیوتیک‌ها در پنیر

Table 1- Selective release on sensory effects of probiotics in cheese

Probiotics	Cheese type	Storage period	Sensory effects	Reference
L. paracasei, *L. salivarius*	Cheddar cheese	3 mo	No change in flavor and texture	(Gardiner and others 1998)
B. lactis Bb-12, *B. longum* BB536	Cheddar cheese	6 mo	Higher acetic acid content compared to control, faster acidification, and higher moisture level	(McBrearty and others 2001)
B. longum 1941, *B. lactis* B94, *L. paracasei* L26, *L. acidophilus* L10, *L. acidophilus* 4962, *L. casei* 279	Cheddar cheese	9 mo	Higher vinegary taste in all cheeses with adjunct probiotics, higher bitterness scores and lower acceptability score for *L. casei* 279, lower hardness scores in cheeses with added *B. longum* 1941, *L. casei* 279 and *L. paracasei* L26 than the control	(Ong and others 2007)
L. casei ssp. *casei*, *L. plantarum*, *L. casei* ssp. *pseudoplantarum*, *L. casei* (commercial strain)	Arzúa-Ulloa cheese	–	Reduction of bitter taste	(Menéndez and others 2000)
L. acidophilus	Minas fresh cheese	15 d	No influence over texture and flavor	(Jurkiewicz 1999)
L. paracasei subsp. *Paracasei* LBC 82	Minas fresh cheese	21 d	No significant differences between cheese samples	(Buriti and others 2005a)
L. acidophilus La-5, *S. thermophilus*	Minas fresh cheese	14 d	Improvement of sensory stability	(Souza and others 2008)
L. acidophilus, *Bifidobacterium* spp.	Festivo low-fat cheese	4 mo	Good results in relation to appearance, texture, and flavor	(Ryhanen and others 2001)
L. acidophilus Ki, *B. lactis*	Gouda cheese	9 wk	Significant effect on cheese flavor due to production of acetic acid	(Gomes and others 1995)
B. longum, *B. bifidum*	Canestro Pugliese hard cheese	56 d	No significant differences in all the sensory characteristics compared to the control	(Corbo and others 2001)
L. acidophilus La-5	Minas fresh cheese	7 d	No significant differences in preference of Minas fresh cheese	(Buriti and others 2005b)
L. casei 190, *L. plantarum* 191, *L. rhamnosus* 173 and 175	Cremoso cheese Pategrás cheese	60 d	Increase of individual content of some amino acids, postacidification in both soft and semihard cheeses resulted in some quality defects	(Milesi and others 2009)
L. rhamnosus SP3	Pecorino cheese	–	Fruity-yeasty notes, esters produced via amino acid catabolism	(Randazzo and others 2008)
B. animalis subsp. *lactis*, *L. acidophilus*, inulin, oligofructose	Synbiotic petit-suisse cheese	28 d	Interference of prebiotics with the sensory perception of acidity, although not in a significant way, change of acceptance during storage	(Cardarelli and others 2008)
L. fermentum ME-3	Pikantne cheese	30 d	Flavor and texture scores comparable to the control cheese	(Songisepp and others 2004)
L. casei ATCC 393	Feta cheese	7 mo	No significant difference between cheeses containing *L. casei* and rennet cheese	(Kourkoutas and others 2006)
L. fermentum AB5–18 and AK4–120, *L. plantarum* AB16–65 and AC18–82	Turkish Beyaz cheese	120 d	Improvement of the sensory characteristics with combination of the test probiotic culture and the commercial starter culture	(Kılıç and others 2009)
L. acidophilus, *L. paracasei* subsp. *paracasei*	Pategrás cheese	60 d	*L. acidophilus* cheeses were "fair", *L. paracasei* cheeses were "good"	(Bergamini and others 2005)
L. acidophilus Ki, *B. lactis*	Semihard goat cheese	70 d	Improvement of flavor and texture characteristics	(Gomes and Malcata 1998)
L. acidophilus 593N	Turkish white cheese	90 d	Vacuum-packed probiotic cheese had higher sensory scores than brine-packed or control cheeses	(Kasımoğlu and others 2004)
L. acidophilus, *L. paracasei* subsp. *paracasei* *B. lactis*	Pategrás cheese	2 mo	No significant differences among probiotic and control cheeses	(Bergamini and others 2009)
L. casei ssp. *casei* IFPL731	Low-fat UF cheese	–	Development of the scores for aroma and flavor	(Rodríguez and others 1997)
L. paracasei A13, *B. bifidum* A1, *L. acidophilus* A3	Argentinian UF cheese	60 d	Higher storage temperature (12 °C compared to 5 °C) had negative impact on sensory properties	(Vinderola and others 2009)
L. acidophilus LA-5, *B. bifidum* BB-12	White-brined cheese	90 d	Samples with probiotics microencapsulated by extrusion received lower scores with regard to flavor and aroma compared to samples microencapsulated emulsion technique and control, no significant difference between samples for texture	(Özer and others 2009)
B. bifidum BB-12, with lactic acid addition	Minas Frescal cheese	28 d	No difference in paired-preference test and global acceptability, no influence of lactic acid in the sensory properties, improvement of the acceptability of cheese in the presence of bifidobacteria	(Fritzen-Freire and others 2010)
L. acidophilus La-5, *B. animalis* subsp., *lactis* BL04	Petit-suisse cheese	28 d	Coculture of 2 probiotics resulted in a petit-suisse cheese with good sensory acceptance	(Pereira and others 2010)
L. casei ssp. *rhamnosus* LBC 80	Low-fat Kefalograviera cheese	90 and 180 d	Positive sensory changes in relation to texture and flavor	(Katsiari and others 2002)



نمودار ۱- اثر پروبیوتیک‌ها را بر روی پروفایل طعم پنیر

Figure 1- The effect of probiotics on the flavor profile of cheese

طبق تحقیق Ozer و همکاران، ریزپوشانی به شکل دی استیل و افزایش اسیدهای چرب آزاد بلند زنجیر نشان داده شد. همچنین ریزپوشانی ظاهر و رنگ و بافت و ویژگی‌های قابل پذیرش پنیر را تغییر نداد (Ozer *et al.*, 2008). Sarantinopulos و همکاران در سال ۲۰۰۲ ثابت کردند سطح استون در پنیر پروبیوتیک فتا که از در تولید آن از *Entrococcus faecalis* استفاده شده است در مرحله زود تر رسیدن و نگهداری تقریبا غیر انتخابی در طول مدت انبار داری افزایش کمی دارد. دی استیل می‌تواند به ایجاد طعم کره ای در پنیر کمک کند. در هر صورت تجمع بیش از حد دی استیل باعث ایجاد طعم نامطلوب می‌شود (Sarantinopulos *et al.*, 2002).

ترکیب متابولیت‌ها در پنیر در نتیجه فعالیت سینرزیستی استارتر، غیر استارتر و پروبیوتیک‌ها و تاثیر فعالیت آنزیم‌های مختلف می‌باشد و همچنین آمینو پپتیدازها، آمینو ترانسفراز، آسپارژیناز، سرین هیدراتاز، آرژنین ایمیناز، لیاز، دِهیدروژناز و کربوکسیلاز. نقش باکتریهای اسید لاکتیک در ارتقاء ویژگی‌های بافت و طعم پنیر به پتانسیل آنزیمی سوش‌های استفاده شده در فرآوری پنیر مربوط می‌شود. به طور وسیعی در مورد پروتئینازها، پپتیدازها و استرازها و انواع باکتریهای اسید لاکتیک صحبت شده است. باکتریهای اسید لاکتیک لیپولیتیک‌های ضعیفی هستند و در باره آنها و رابطه‌شان با لیپولیز پنیر و اثر آنها بر روی ارتقاء دادن طعم اطلاعات کمی موجود می‌باشد.

اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در غلظت پایین بر ترکیبات طعم در پنیر اثر می‌گذارند و دلیل آن استراز میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک است که می‌تواند بر طعم پنیر تاثیر منفی داشته باشد. تحقیقات گذشته در مورد سیستم پپتیداز *L. casei* یک سطح بالای آمینو پپتیداز، X- پرولین- دی پپتیدیل آمینوپپتیداز و فعالیت دی پپتیداز را در سلول آزاد کنسانتره این

میکروارگانیسم نشان داده است. محققین با تصفیه یک دی پپتیداز که در قسمت هیدروفوبیک N-ترمینال فعال بود نشان داد آنزیم با سایر دی پپتیدازهای باکتریهای اسید لاکتیک هم از نظر دمای بهینه و هم از نظر رفتار پیچیده حرکتی متفاوت است. در مورد محل داخل سلولی فعالیت استراز و پپتیداز *L. casei* اظهار شد که پتانسیل این سوش در کمک کردن به آنزیم در ارتقاء طعم توسط آنزیم‌های داخل سلولی که پیش‌تر در ماتریکس پنیر در طول دوران رسیدن رها شده اند، با متلاشی کردن باکتریها می‌تواند افزایش یابد. استراتژی‌های مختلفی به منظور فراهم آنی سلول‌های متلاشی شده سوش‌های استارتر و کمکی پروبیوتیک‌ها استفاده می‌شوند. یکی از این موارد برای سلول‌های میکروبی به کار بردن رفتار محدوده دمایی از ^{o}C ۵۴-۵۲ به مدت ۱۵ ثانیه می‌باشد. مورد دیگر کاربرد فشار هیدرواستاتیک Mpa ۱۰۰-۴۰ در دمای ^{o}C ۲۰ و به مدت ۲۰ دقیقه می‌باشد. در هر دو حالت در فعالیت اسیدی سوش‌های پروبیوتیک بدون تاثیر و تغییرات آنزیم‌ها، کاهش زیادی ایجاد می‌شود. نتایج بهینه در ۱۵ ثانیه حرارت دهی در دمای ^{o}C ۵۰ یا فشار Mpa ۳۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ^{o}C ۲۰ دیده شده است. افزودن شوک حرارتی به سلول اثر بر روی فرآیند پنیرسازی ندارد ولی منجر به افزایش فعالیت آمینو پپتیداز می‌شود و همچنین محتوای نیتروژن آمینو اسیدها را افزایش می‌دهد و با افزایش طعم و کاهش تندوتیزی مرتبط است (Palencia *et al.*, 1997)

۳-تاثیر پروبیوتیک‌های افزوده شده بر روی بافت پنیر

تحقیقات انجام شده در مورد تاثیرات افزودن پروبیوتیک‌ها بر روی ویژگی‌های بافتی پنیر نتایج مختلفی را در بر داشته است. برخی از آنها تغییر خاصی را گزارش نکرده اند و بعضی از تحقیقات نسبت به شاهد تغیرات مثبتی را گزارش کرده اند. به نظر می‌رسد که انواع سوش‌های استفاده شده علاوه بر ترکیبات و فاکتورهای فرآیند در فرآوری پنیر و نیز انبار داری باعث این تفاوت‌ها می‌شود. پروبیوتیک‌ها می‌توانند توسط پروتئولیز کازئین و تاثیر نسبت اسیدیفیکاسیون بر روی پنیر-شیر بر روی ویژگی‌های بافتی اثر گذار باشند. Ong و همکاران طی تحقیقی در مورد پنیر چدار متوجه شدند که *B. longum 1941* و *L. casei 279* و *L. paracasei LAFTI L26* افزوده شده می‌تواند باعث کاهش امتیاز سختی پنیر بشود. اغلب کمک کننده مداوم ماتریکس پنیر در کازئین، بخش αs_1 - CN می‌باشد و هیدرولیز این کازئین باعث نرم شدن بافت پنیر می‌شود. تصادم پروبیوتیک‌ها بر روی نسبت اسیدیفیکاسیون پنیر-شیر می‌تواند اثر چشمگیری بر روی ویژگی‌های بافت محصول نهایی داشته باشد. پروبیوتیک‌های کمکی با توجه به ارتقاء دادن اسید و اسیدیفیکاسیون سریع‌تر می‌توانند باعث بالا رفتن سطح رطوبت و در نتیجه اثر بر روی بافت پنیر و بالا رفتن کیفیت آن بشود. شدت بیشتر تولید اسید لاکتیک توسط پروبیوتیک‌ها افزایش شدیدی در باند کلسیمی کازئین ایجاد می‌کند و باعث ناپایداری بافت پنیر می‌شود. کاهش pH شرایط کاهش ثبات میسل‌ها و افزایش آبگریزی و واکنش‌های یونی بدون شبکه کازئین احتمالا به دلیل افزایش سینرزیس می‌باشد (Ong *et al.*, 2007).

۴- تکنیک‌های اصلی کلاسیک برای آنالیز حسی پنیر پروبیوتیک

آنالیز حسی معمولی مواد غذایی یک پیش درخواست مهم برای به دست آوردن رضایت مصرف کننده و یک مرحله برای توسعه هرچه بهتر آن محصول غذایی می‌باشد. برای مواد غذایی پروبیوتیک، پری‌بیوتیک و سین‌بیوتیک که به طور مداوم در فهرست غذاهای فراسودمند نشان داده شده اند. گزینش یک تکنیک خاص درباره اطلاعات حسی به کسب رضایت مصرف کننده کمک می‌کند. در واقع تحول طعم ارتباط بین تکنولوژی بین المللی و جهان خارج از بازار می‌باشد. بازار و برند به صورت سازگار اعلان می‌دارند که این ماده غذایی موفقیت تجاری داشته و دارای ویژگی‌های حسی قابل قبول می‌باشد و دارای ارزش تغذیه ای مناسبی است و برای مصرف کننده ایمن می‌باشد (Cruz *et al.*, 2010). امروزه آزمایش‌ها به صورت یک تنوع بزرگ در طراحی و شکل دهی به آن ماده غذایی انجام می‌پذیرد. ۳ آزمون اصلی کلاسیک که به طور مناسب و خاصی برای پردازش مواد غذایی فراسودمند (به ویژه مواد غذایی پروبیوتیک، پری بیوتیک و سین بیوتیک) با کیفیت حسی بسیار خوب صورت می‌پذیرد. این آزمون‌ها شامل آزمون تبعیض یا Discriminative (ناشی از مقایسه دوتایی یا مقایسه سه تایی و اختلاف با شاهد)، آزمون تاثیرگذاری یا Affective (گروه تمرکز، مزیت و قابل پذیرش) و آزمون توصیفی (Descriptive)، آنالیز توصیف کمّی (Quantitative Descriptive Analysis)، گزینش آزاد پروفایل (Free Choice Profile) و آنالیزهای زمان- شدت (Time - Intensity Analysis) (Cruz *et al.*, 2010).

در آزمون تبعیض اصرار بر آنست که بین ۲ نمونه مشابه با هم تفاوت چشمگیری وجود دارد و باید مشخص شود. اگر نمونه‌ها به صورت آشکار و مناسب به هم شباهت داشته باشند، می‌خواهیم به صورت کمّی اختلافشان را تشخیص دهیم. آزمون‌های دو تایی و سه تایی برای مقایسه ۲ نمونه و آزمون اختلاف با شاهد برای مقایسه بین بیش از دو نمونه می‌باشد. در این آزمون‌ها هدف مشخص کردن اختلاف‌های موجود می‌باشد (Meilgaard *et al.*, 2004; Cruze *et al.*, 2010).

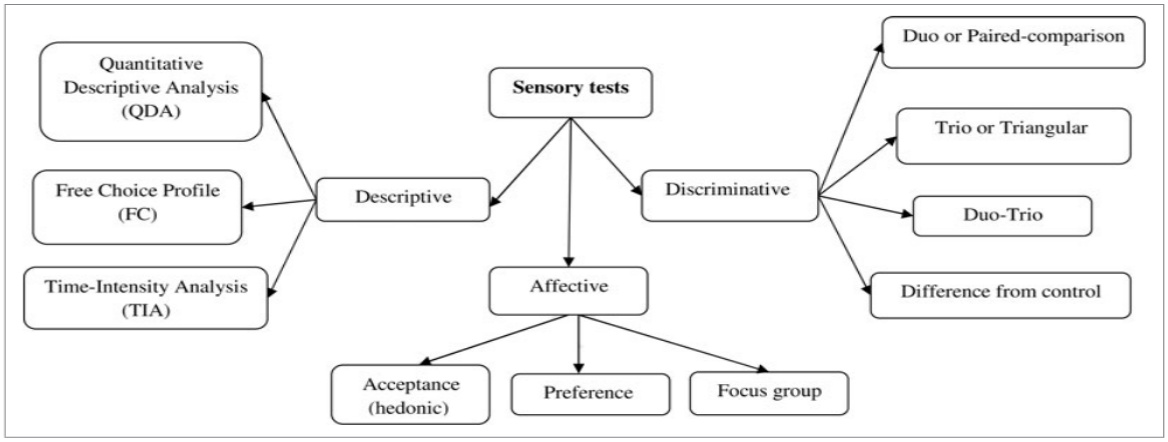
آزمون تاثیرگذاری حسی شامل آزمون‌های مواد غذایی در کنترل کیفیت هستند با تشخیص اینکه علت وسیع بودن دیدگاه مصرف کننده برای پسندیدن یا نپسندیدن محصول چیست. در یک روش اساسی معیارهای تصویری ساختاری با ۵ ، ۷ و ۹ امتیاز اغلب به طور گسترده توسط کمپانی‌های مواد غذایی و همچنین محققان این صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند (Drake, 2008). کاربرد آن در سنجش حالت مصرف کننده توسط پاسخ دادن به اطلاعات تغذیه ای درج شده بر روی لیبل، شناخت حضور لاکتو باسیلوس و بیفیدو باکتریوم همچنین وجود بر روی لیبل و علاقه به سودمند بودن آن ماده غذایی حامل میکروارگانیسم‌ها است که ممکن است باعث اعتبار بخشیدن به آن محصول شود و مصرف کننده برای خرید آن محصول پروبیوتیک راغب شود و بهایی را پرداخت کند (Stone & Sidel, 2004; Cruze *et al.*, 2010).

آزمون‌های مزیت و قابلیت پذیرش اغلب کاربرد وسیعی در آزمون‌های مصرف کننده دارند. در آزمون مزیت مصرف کنندگان به همراه ۲ نمونه یا تعداد بیشتری حضور دارند و به سوال اینکه کدام نمونه برتر از دیگریست پاسخ می‌دهند. اگر بیش از دو نمونه

داشته باشیم مصرف کنندگان می‌توانند به این برتری رتبه هم بدهند (Preference Ranking). آزمون قابلیت پذیرش نیز درجه پسندیدن را بیان می‌کند. مصرف کنندگان به همراه محصولات حاضر می‌شوند و به درجه پسندیدن امتیاز می‌دهند. اغلب از ۹ امتیاز و با ارتباط تصویری استفاده می‌شود (Drake, 2008; Cruz *et al.*, 2010). آزمون‌های مورد بحث کیفی و کمّی هستند. شکل گیری اولیه تیم قضاوت کننده با ۱۲ تا ۱۵ نفر پانل سختگیر می‌باشد به همراه یک لیدر (Mialon & Murray , 2001).

QDA (Quantitative Descriptive Analysis) و FCP (Free Choice Profile) برخی از اهداف را دنبال می‌کنند به منظور شدت تمام موارد بحث شده در محصولات و تشخیص حسی کامل زمانی است که TIA (Time-Intensity Analysis) صورت می‌پذیرد و هدف تشخیص شدت بحث منحصر به فرد با زمان می‌باشد و در باره شدت، زمان و دوره آن محصول بحث می‌شود (Bolini *et al.*, 2003). از میان این روش‌ها QDA اغلب به طور مکرر استفاده می‌شود و از بررسی‌ها و ممیزی‌های دائمی همراه با آموزش دادن پلنل حسی و استفاده غیرتکنولوژیکی زبان (گفتار) و نیز نظارت لیدر که نباید در محلی که فعالیت می‌کند شرکت داشته باشد، تشکیل شده است. در FCP پیش آموزش برای قضاوت وجود ندارد. هر قضاوت کننده نظرش را اعلان می‌کند و لیستش را به طراح محصول نشان می‌دهد (Oliveira & Benassi, 2003).

ایده آنالیزهای حسی در محصولات پروبیوتیک، پری بیوتیک و سین بیوتیک توسط محققین بیان شده است (Cruz *et al.*, 2010). در نمودار ۳ تکنیک‌های اصلی کلاسیک برای آنالیز حسی پنیر پروبیوتیک آورده شده است و در جدول ۲ انتشار انتخابی تکنیک‌های استفاده شده برای آنالیز حسی پنیر پروبیوتیک ارائه شده است.



نمودار ۲- تکنیک‌های اصلی کلاسیک برای آنالیز حسی پنیر پروبیوتیک

Figure 2 - Main classical techniques for sensory analysis of probiotic cheese

جدول ۲- انتشار انتخابی تکنیک‌های استفاده شده برای آنالیز حسی پنیر پروبیوتیک

Table 2- Selective distribution of techniques used for sensory analysis of probiotic cheese

Cheese type	Sensory test	Details	Reference
Cheddar cheese	Commercial grader	Minimum scores: flavor/aroma 38 body/texture 33	(Gardiner and others 1998)
Cheddar cheese	Commercial grader	Minimum/maximum scores: flavor/aroma 31 to 38 body/texture 40 to 45	(McBrearty and others 2001)
Cheddar cheese	Triangle tests, duo–trio test, acceptance rating test	Evaluation for specific attributes, 10-point acceptance	(Ong and others 2007)
Minas fresh cheese	Hedonic scale test	9-Point	(Souza and others 2008)
Canestro Pugliese hard cheese	Descriptive test	Based on a 10-point hedonistic scale	(Corbo and others 2001)
Minas fresh cheese	Preference-ranking test	–	(Buriti and others 2005b)
Cremoso cheese Pategrás cheese	Quantitative descriptive analysis (QDA)	0 to 9 point range	(Milesi and others 2009)
Minas fresh cheese	Preference-ranking test	–	(Buriti and others 2005a)
Synbiotic petit-suisse cheese	Hedonic scale test	9-Point	(Cardarelli and others 2008)
Pikantne cheese	Hedonic scale test	5-Point	(Songisepp and others 2004)
Argentinian UF cheese	Scoring-reference methodology	–	(Vinderola and others 2009)
Gouda-type cheese	Descriptive sensory analysis	–	(Hoorde and others 2010)
UF-white cheese	Hedonic scale test	5-Point	(Zomorodi and others 2011)
White-brined cheese	Hedonic scale test	10-Point	(Özer and others 2009)
Minas Frescal cheese	Paired-preference comparison test, Global acceptability and purchase intention test	5-Point hedonic scale for purchase intention test	(Fritzen-Freire and others 2010)
Petit-suisse cheese	Hedonic scale test	9-Point	(Pereira and others 2010)
Feta cheese	Hedonic scale test	10-Point	(Kourkoutas and others 2006)
Turkish white cheese	Multiple points: flavor, body, and texture, appearance, and color	Flavor 45 points, body and texture 30 points, appearance 15 points, color 10 points	(Kasımoğlu and others 2004)
Gouda cheese	Hedonic scale	–	(Gomes and others 1995)
Pategrás cheese	Hedonic scale test	9-Point	(Bergamini and others 2009)
Semi-hard goat cheese	Hedonic scale test	Point range: flavor 2 to 6, consistency 2 to 6, firmness 1 to 7, overall preference 1 to 3	(Gomes and Malcata 1998)
Turkish Beyaz cheese	Multiple points: flavor, body, and texture appearance, and odor	Flavor 35 points, body and texture 35 points, appearance 20 points, odor 10 points	(Kılıç and others 2009)
Pategrás cheese	Informal descriptive sensory analysis	Based on good, fair, and disagreeable	(Bergamini and others 2005)

نتیجه گیری

پنیر در مقایسه با سایر شیرهای تخمیر شده نظیر ماست یک حامل مناسب‌تر برای نگهداری پروبیوتیک‌ها تا زمان مصرف می‌باشد و محصولی دوست داشتنی می‌باشد. پرو بیوتیک‌ها باید توانایی بقاء خود را تا یک آستانه استاندارد (به طور مثال 10^6 $(CFU.gr^{-1})$ بدون تغییر در خصوصیات حسی حفظ کنند تا زمانی که به مصرف برسند. در مجموع پروبیوتیک‌ها تغییر چشمگیری را بر روی ویژگی‌های حسی پنیر (طعم، بافت و ظاهر) ایجاد نمی‌کنند. خوشبختانه با انتخاب سوش‌های مناسب پروبیوتیک به میزان کافی و مناسب جهت فرمولاسیون و پروسس فرآوری پنیر پروبیوتیک با مقبولیت و ویژگی‌های حسی مطبوع و رضایت بخش قابل حصول می‌باشد. بسیاری از اینگونه محصولات هم اکنون در بازارهای جهان قابل دسترسی می‌باشد. تحقیقات آینده باید بر روی اثر سوش‌های جدید پروبیوتیک بر ویژگی‌های حسی انواع مختلف پنیر زمانی که کشت‌های گوناگون کمکی لاکتیکی به همراه کشت‌های پروبیوتیک متمرکز شوند.

منابع

- **Bergamini, C.V., Hynes, E.R., Quiberoni, A., Suarez, V.B. and Zalazar, C.A. 2005.** Probiotic bacteria as adjunct starters: influence of the addition methodology on their survival in a semi-hard Argentinean cheese. Food Res Int, 38: 597–604.

- **Bergamini, C.V., Hynes, E.R., Palma, S.B., Sabbag, N.G. and Zalazar, C.A. 2009.** Proteolytic activity of three probiotic strains in semi-hard cheese as single and mixed cultures: Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus paracasei and Bifidobacterium lactis. Int Dairy J, 19: 467–75.

- **Buriti, F.C.A., Rocha, J.S., Assis, E.G. and Saad, S.M.I. 2005a.** Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of Lactobacillus paracasei. Lebensm Wiss Technol, 38: 173–80.

- **Buriti, F.C,A., Rocha, J.S. and Saad, S.M.I. 2005b.** Incorporation of Lactobacillus acidophilus in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. Int Dairy J, 15: 1279–88.

- **Buriti, F.C.A., Cardarelli, H.R., Filisetti, T.M.C.C. and Saad, S.M.I. 2007.** Synbiotic potential of fresh cream cheese supplemented with inulin and Lactobacillus paracasei in co-culture with Streptococcus thermophilus. Food Chem, 104:1605–10.

- **Corbo, M.R., Albenzio, M., De Angelis, M., Sevi, A. and Gobbetti, M. 2001.** Microbiological and biochemical properties of Canestrato Pugliese hard cheese supplemented with bifidobacteria. J Dairy Sci, 84:551–61.

- **Cruz, A.G., Antunes, A.E.C., Sousa, A.L.O.P., Faria, J.A.F. and Saad, S.M.I. 2009a.** Ice cream as a probiotic food carrier. Food Res Int, 42:1233–9.

- **Cruz, A.G., Buriti, F.C.A., de Souza, C.H.B., Faria, J.A.F. and Saad, S.M.I. 2009b.** Probiotic cheese: health benefits, technological and stability aspects. Trends Food Sci Technol, 20:344–54.

- **Cruz, A.G., Cadena, R.S., Walter, E.H.M., Mortazavian, A.M., Granato, D., Faria, J.A.F. and Bolini, H.M.A. 2010.** Sensory analysis: relevance for prebiotic, probiotic, and synbiotic product development. Compr Rev Food Sci Food Saf, 9:358–73.

- **Drake, M.A. 2008.** Sensory analysis of dairy foods. J Dairy Sci, 90:4925–37.

-**Drake, M.A., Boylston, T.D., Spence, K.D. and Swanson, B.G. 1996.** Chemical and sensory effects of a Lactobacillus adjunct in Cheddar cheese. Food Res Int, 29:381–7.

- **Fritzen-Freire, C.B., Muller, C.M.O., Laurindo, J.O.B., Amboni, R.D.M.C. and Prudencio, E.S. 2010.** The effect of direct acidification on the microbiological, physicochemical and sensory properties of probiotic Minas Frescal cheese. Int J Dairy Technol, 63:561–68.

- **Gardiner, G., Ross, R.P., Stanton, C., Lynch, P.B., Collins, J.K. and Fitzgerald, G. 1999.** Evaluation of cheddar cheese as a food carrier for delivery of a probiotic strain to the gastrointestinal tract. J Dairy Sci 82:1379-87.

- **Gomes, A.M.P. and Malcata FX. 1998.** Development of probiotic cheese manufactured from goat milk: response surface analysis via technological manipulation. J Dairy Sci, 81:1492–507.

- **Gomes, A.M.P. and Malcata, F.X. 1999.** Bifidobacterium spp. and Lactobacillus acidophilus: biological, biochemical, technological, and therapeutical properties relevant for use as probiotics. Trends Food Sci Technol, 10: 139–57.

- **Gomes, A.A., Braga, S.P., Cruz, A.G., Cadena, R.S., Lollo, P.C.B., Carvalho, C., Amaya-Farfan, J., Faria, J.A.F.H. and Bolini, M.A. 2011.** Effect of the inoculation ´ level of Lactobacillus acidophilus in probiotic cheese on the physicochemical features and sensory performance compared with commercial cheeses. J Dairy Sci, 94:4777–86.

- **Gomes, A.M.P., Malcata, F.X., Klaver, F.A.M. and Grande H.J. 1995.** Incorporation of Bifidobacterium spp. strain Bo and Lactobacillus acidophilus strain Ki in a cheese product. Neth Milk Dairy J, 49:71–95.

-**Hoorde, K.V., Leuven, I.V., Dirinck, P., Heyndrickx, M., Coudijzer, K., Vandamme, P. and Huys, G. 2010.** Selection, application and monitoring of Lactobacillus paracasei strains as adjunct cultures in the production of Gouda-type cheeses. Int J Food Microbiol. 144:226–35.

- **Jurkiewicz, C.H. 1999.** Avaliac¸ao das caracter ˜ ´ısticas microbiologicas, ´ f´ısico-qu´ımicas e sensoriais de queijo minas frescal elaborado com culturas probioticas de ` Lactobacillus acidophilus. In: Departamento de Alimentos e Nutric¸ao Experimental, Faculdade de Ci ˜ encias Farmac ˆ e uticas. ˆ Universidade de Sao Paulo.

-**Justfood. 2006.** Global market review of functional foods-forecasts to 2012. 84 p. Available from: http://www.alacrastore.com/acm/2023_sample.pdf. Accessed Oct 12, 2009.

-**Kasımoglu A, Goncuo ˘ glu M, Akgun S. 2004.** Probiotic white cheese with ˘ Lactobacillus acidophilus. Int Dairy J 14:1067–73.

- **Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P. and Kondyli, E. 2002.** Improvement of sensory quality of low-fat Kefalograviera-type cheese with commercial adjunct cultures. Int Dairy J, 12:757–64.

- **Kilic, G.B, Kuleasan, H., Eralp, I. and Karahan, A.G. 2009.** Manufacture of Turkish Beyaz cheese added with probiotic strains. LWT-Food Sci Technol, 42:1003–8.

- **Kourkoutas, Y., Bosnea, L., Taboukos, S., Baras, C., Lambrou, D. and Kanellaki, M. 2006.** Probiotic cheese production using Lactobacillus casei cells immobilized on fruit pieces. J Dairy Sci, 89:1439–51.

- **Lynch, C.M., Muir, D.D., Banks, J.M., McSweeney, P.L.H. and Fox, P.F. 1999.** Influence of adjunct cultures of Lactobacillus paracasei ssp. paracasei or Lactobacillus plantarum on Cheddar cheese ripening. J Dairy Sci, 82:1618– 28.

- **Masco, L., Ventura, M., Zink, R., Huys, G. and Swings, J. 2004.** Polyphasic taxonomic analysis of Bifidobacterium animalis and Bifidobacterium lactis reveals relatedness at the subspecies level: reclassification Bifidobacterium animalis as Bifidobacterium animalis subsp. animalis subsp. nov and Bifidobacterium lactis as Bifidobacterium animalis subsp. lactis subsp. nov. Int J Syst Evol Micr, 54:1137–43.

- **McBrearty, S., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., Collins, J.K., Wallace, J.M. and Stanton, C. 2001.** Influence of two commercially available bifidobacteria cultures on Cheddar cheese quality. Int Dairy J,11:599–610.

- **McSweeney, P.L.H. 2004a.** Biochemistry of cheese ripening. Int J Dairy Technol 57:127–44. McSweeney PLH. 2004b. Biochemistry of cheese ripening: Introduction and overview. In: Fox PF, McSweeney PLH, Cogan TM, Guinee TP, editors. Cheese chemistry, physics and microbiology. 3rd ed. London, UK: Elsevier Academic Press. p 347–360.

- **McSweeney, P.L.H. and Sousa, M.J. 2000.** Biochemical pathways for the production of flavour compound in cheeses during ripening: a review. Dairy Sci Technol, 80:293–324.

- **McSweeney, P.L.H., Walsh, E.M., Fox, P.F., Cogan, T.M., Drinan, F.D. and Castelo-Gonzalez, M. 1994.** A procedure for the manufacture of Cheddar cheese under controlled bacteriological conditions and the effect of adjunct lactobacilli on cheese quality. Ireland J Agr Food Reserve, 33:186–92.

-**Menendez, S., Centeno, J.A., Godinez, R. and Rodriguez-Otero, J.L. 2000.** Effect of Lactobacillus strains on the ripening and organoleptic characteristics of Arzua-Ulloa cheese. Int J Food Microbiol, 59:37–46.

- **Milesi, M.M., Vinderola, C.G., Sabbag, N., Meinardi, C.A. and Hynes, E. 2009.** Influence on cheese proteolysis and sensory characteristics of non-starter lactobacilli strains with probiotic potential. Food Res Int, 42:1186–96.

- **Ong, L., Henriksson, A. and Shah, N.P. 2006.** Development of probiotic Cheddar cheese containing Lb. acidophilus, Lb. paracasei, Lb. casei and Bifidobacterium spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid. Int Dairy J, 16:446–56.

-**Ong, L., Henriksson, A. and Shah, N.P. 2007.** Chemical analysis and sensory evaluation of Cheddar cheese produced with Lactobacillus acidophilus, Lb. casei, Lb. paracasei or Bifidobacterium sp. Int Dairy J, 17:937–45.

- **Ozer, B., Uzun, Y.S. and Kirmaci, H.A. 2008.** Effect of microencapsulation on ¨ viability of Lactobacillus acidophilus LA-5 and Bifidobacterium bifidum BB-12 during Kasar cheese ripening. Int J Dairy Technol, 61:237–44.

- **Ozer, B., Kirmaci, H.A., Enel, E., Atamer, M., Hayaloglu, A. 2009.** Improving ˘ the viability of Bifidobacterium bifidum BB-12 and Lactobacillus acidophilus LA-5 in white-brined cheese by microencapsulation. Int Dairy J, 19: 22–9.

- **Palencia, P.F., Martın-Hernandez, M.C., Hoosten, H.M.L.J. and Pelaez, C. 1997.** Isolation and characterization of proteinase- and peptidase-deficient mutants of Lactobacillus casei IFPL731. Lett Appl Microbiol, 25:215–9.

- **Pereira, L.C., de Souza, C.H.B., Behrens, J.H. and Saad, S.M.I. 2010.** Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium sp. in co-culture improve sensory acceptance of potentially probiotic petit-suisse cheese. Acta Aliment Hung, 39:265– 76.

- **Ryhanen, E.L., Pihlanto-Leppala, A. and Pahkala, E. 2001.** A new type of ripened, low-fat cheese with bioactive properties. Int Dairy J 11:441–7. Samona A, Robinson RK. 1994. Effect of yogurt cultures on the survival of bifidobacteria in fermented milks. J Soc Dairy Technol, 47:58–60.

- **Sarantinopoulos, P., Kalantzopoulos, G. and Tsakalidou, E. 2002.** Effect of Enterococcus faecium on microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Greek Feta cheese. Int J Food Microbiol, 76:93–105.

- **Songisepp, E., Kullisaar, T., Hutt, P., Elias, P., Brilene, T., Zilmer, M. and Mikelsaar, M. 2004.** A new probiotic cheese with antioxidative and antimicrobial activity. J Dairy Sci, 87:2017–23.

- **Stanton, C., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F. and Van Sindersen, D. 2005.** Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. Curr Opin Biotech, 16:198–203.

- **Stone, H. and Sidel, J.L. 2004.** Sensory evaluation practices. 3rd ed. London: Elsevier. Swearingen PA, O'Sullivan DJ, Warthesen JJ. 2001. Isolation, characterization, and influence of native, nonstarter lactic acid bacteria on Cheddar cheese quality. J Dairy Sci, 84:50–9.

- Thage, B.V., Broe, M.L., Petersen, M.H., Petersen, M.A., Bennedsen, M. and Ardo, Y. 2005. Aroma development in semi-hard reduced-fat cheese inoculated with Lactobacillus paracasei strains with different aminotransferase profiles. Int Dairy J, 15:795–805.

- Vinderola, C.G., Prosello, W., Molinari, F., Ghiberto, D. and Reinheimer, J.A. 2009. Growth of Lactobacillus paracasei A13 in Argentinian probiotic cheese and its impact on the characteristics of the product. Int J Food Microbiol, 135:171–4.

- Zomorodi, S., Khosroshahi, A., Razavi-Rohani, S.M. and Miraghaei, S. 2011. Survival of Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum and Bifidobacterium bifidum in free and microencapsulated forms on Iranian white cheese produced by ultrafiltration. Int J Dairy Technol, 64:84–91.

Sensory characteristics of probiotic cheese

Sharareh Shahbazi [1]

Received:2021/06/09 **Accepted:2021/11/12**

ABSTRACT

Cheese is a very suitable substrate for probiotic microorganisms to guide them into the intestine. In addition, different types of cheese are produced around the world. The consumption of cheese by the majority of people, in addition to having nutritional value for them, increases the market demand for probiotic cheese. Probiotics often survive in food products at a standard level until consumption without changing the sensory properties of that substance. In relation to the fact that probiotics can have an effect on the taste, texture and appearance of dairy products, the sensory properties of dairy products have been subjected to several studies. In this article, the sensory characteristics of cheese produced by probiotics were investigated.

Key words: probiotic cheese, microorganisms, dairy products, beneficial.

[1] Tehran Technical and Vocational University, Valiasr Faculty.

***Corresponding authors:** shararehshahbazi@yahoo.com