# خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* پنیر ریکوتا سین بیوتیک حاوی اینولین و کلرور کلسیم

**مرجانه صداقتی**[*1]، ریحانه کاوند[1]

[1] گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم زیستی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۶**

## چکیده

این تحقیق با هدف بررسی امکان تولید پنیر ریکوتا سین بیوتیک حاوی اینولین و کلرور کلسیم با خصوصیات فیزیکوشیمیایی حسی و میکروبی قابل قبول انجام شد. برای تولید پنیر ریکوتا سین بیوتیک از هیدروکلوئید اینولین در سه سطح ۰، ۱٪ و ۳٪ و نمک کلرور کلسیم در سه سطح ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر استفاده گردید و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، درصد ماده خشک، خاکستر، چربی و پروتئین)، خصوصیات میکروبی (زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*) و حسی در طول ۵ روز نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل مشخص کرد افزودن اینولین، نمک کلرور کلسیم و گذشت زمان سبب کاهش pH نمونه‌های پنیر ریکوتا سین‌بیوتیک شد($p<0.05$). بیشترین درصد ماده خشک و خاکستر در نمونه پنیر ریکوتا سین بیوتیک حاوی ۳٪ اینولین و ۳۰۰ mg/L کلرور کلسیم مشاهده شد. نتایج حاصل مشخص کرد در کلیه نمونه‌ها افزودن نمک کلرور کلسیم سبب افزایش معنی‌دار پروتئین نمونه‌های پنیر ریکوتا سین بیوتیک شد ($p<0.05$). اگرچه افزودن اینولین و نمک کلرور کلسیم ، میزان زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* نمونه‌های تیمار را به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد افزایش داد، در طول زمان نگهداری میزان زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* کاهش معنی‌داری داشت ($p<0.05$). طبق نتایج حاصل با افزایش غلظت اینولین تا ۳٪ و نمک کلرور کلسیم تا ۱۵۰ mg/L پارامترهای ارزیابی حسی بهبود یافت ($p<0.05$). در نهایت استفاده از اینولین و نمک کلرور کلسیم سبب تولید پنیر ریکوتا با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مطلوب و بهبود زنده‌مانی باکتری های پروبیوتیک شده و خصوصیات حسی نمونه‌های پنیر ریکوتا سین بیوتیک را ارتقا می‌بخشد.

**واژه‌های کلیدی :** اینولین، پنیر، ریکوتا، سین بیوتیک، کلرور کلسیم

* marjanehsedaghati@yahoo.com

[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

## مقدمه

آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به رژیم غذایی و اثرات سلامتی‌بخش آن سبب افزایش تقاضا برای مواد غذایی فراسودمند شده است، غذاهای فراسودمند علاوه بر فواید تغذیه‌ای معمول دارای خواص سلامتی‌بخش هستند. کاهش توجه مصرف‌کنندگان به فراورده‌های شیری رایج تولیدکنندگان این صنعت را به سمت تولید فرآورده‌های شیری فراسودمند و نوآورانه سوق داده است. محصولات غذایی حاوی میکروارگانیسم های پروبیوتیک نمونه‌ای از مواد غذایی فراسودمند هستند(۱). پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که وقتی به میزان کافی مصرف شوند سبب ارتقا سلامتی میزبان می‌شوند (۲). طبق تحقیقات پیشین تعداد مناسبی از باکتری‌های پروبیوتیک، به ویژه جنس بیفیدوباکتریوم و لاکتوباسیلوس برای بهبود سلامتی میزبان باید در روده جذب شوند. مشخص شده است که ماده غذایی باید حداقل سطح استاندارد (cfu/g) $۱۰^{۶}$ و سطح مطلوب (cfu/g) $۱۰^{۷}$ باکتری پروبیوتیک در زمان مصرف داشته باشد تا میزبان از اثرات سلامتی‌بخش شامل جلوگیری و درمان اختلالات گوارشی، جذب ویتامین‌ها و مواد معدنی، کاهش عدم تحمل لاکتوز و جلوگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی و برخی انواع سرطان بهره‌مند گردد (۳و۴).

محصولات لبنی پروبیوتیک نظیر پنیر به نحو موثری برای انتقال پروبیوتیک‌ها به بدن انسان مورد استفاده قرار می‌گیرند. پنیر یکی از متنوع‌ترین محصولات لبنی است که به شکل-های مختلف و با رنج گسترده‌ای از عطر و طعم تولید می‌شود; طبق گزارشات ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ نوع پنیر مختلف در دنیا تولید می‌شود. پنیر ریکوتا یک پنیر تازه با رطوبت بالاست که با اسیدی کردن و حرارت دهی آب پنیر و رسوب پروتئین‌های آب پنیر تولید می‌شود. ریکوتا دارای بافت فشرده، گرانوله و شکننده و مدت زمان ماندگاری کوتاه است (۵و۶). در سال-های اخیر پنیر به عنوان حامل مناسب برای انتقال پروبیوتیک ها به روده مورد توجه محققین و صنعتگران قرار گرفته است. زیرا ماتریکس ضخیم و محتوی نسبتا بالای چربی در پنیر سبب حفاظت پروبیوتیک‌ها در برابر شرایط معده می‌شود و پنیر به عنوان یک مانع در برابر pH پایین دستگاه گوارش عمل کرده و امکان بقا بیشتر باکتری‌های پروبیوتیک را فراهم می‌کند(۳و۷).

پری‌بیوتیک‌ها کربوهیدرات‌های کوتاه زنجیری هستند که توسط آنزیم‌های گوارشی هضم نمی‌شوند و به عنوان نشاسته سخت نیز شناخته می‌شوند (۸). پری‌بیوتیک‌ها توسط باکتری‌های پروبیوتیک تخمیر شده، امکان بهبود فعالیت و بقا پروبیوتیک‌ها در روده بزرگ را فراهم کرده و سبب ارتقا سلامت میزبان می‌شوند(۹). اینولین به عنوان فروکتان غیر قابل هضم از متداول‌ترین پری‌بیوتیک‌های مورد استفاده در صنعت غذاست که علاوه بر خواص تغذیه‌ای دارای خواص تکنولوژیکی در صنعت غذا می‌باشد. اینولین حاوی زیرواحدهای D-β فروکتوزیل است که توسط پیوندهای گلیکوزیدی (۱←۲) به هم متصل شده اند و معمولاً به گروه α-Dگلوکوزیل با پیوند (۲↔۱) ختم می شود. اینولین به عنوان پری بیوتیک، جایگزین چربی کم کالری، تغلیظ کننده، و اصلاح کننده بافت در فرآورده‌های شیری کاربرد دارد (۵و۱۰).

غذای سین‌بیوتیک مخلوط غذایی متشکل از میکروب‌های زنده و سوبستراهایی است که توسط میزبان مورد استفاده قرار می‌گیرند و فواید سلامتی‌بخش دارند. نسبت مناسب از پروبیوتیک ها و پری بیوتیک‌ها می‌تواند منجر به تولید ماده غذایی سین بیوتیک شود (۱۱). در تحقیقات پیشین تولید پنیر ریکوتا با آب پنیر و یا ترکیبی از آب پنیر و شیر کامل مورد بررسی قرار گرفت (۱۲و۱۳). اما تحقیقات محدودی در زمینه تولید پنیر ریکوتا سین بیوتیک صورت گرفته است. در پژوهشی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنیر ریکوتا با افزودن باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* و ترکیبات پری‌بیوتیک مورد ارزیابی قرار گرفت (۵). در تحقیقی دیگر خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنیر ریکوتا پروبیوتیک تولید شده از شیر گاومیش گزارش شده است (۷). با توجه به



[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

گزارشات محدود در زمینه تولید پنیر ریکوتا سین بیوتیک، در این تحقیق خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در پنیر ریکوتا سین بیوتیک حاوی اینولین و کلرور کلسیم مورد ارزیابی قرار گرفت.

## مواد و روش ها

### مواد مورد نیاز

این پژوهش در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران (آزمایشگاه تحقیقاتی گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی) و شرکت پگاه تهران انجام شد. به منظور انجام این پژوهش، آب پنیر حاصل از شیر گاو (ماده جامد کل ۶.۸۲٪، چربی ۰.۴٪ و پروتئین ۱.۰۳٪) از شرکت پگاه تهران تهیه شد. اینولین بلند زنجیر (درجه پلیمریزاسیون ۲۳-۲۵، درجه خلوص≤۹۹.۸٪) از شرکت بنئو (مانهایم، آلمان)، کلرید کلسیم و اسید سیتریک خوراکی از شرکت توژاوای (تهران، ایران) تهیه شد. *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* (LA-5) لیوفیلیزه از شرکت کریستین هانسن (هورشلم، آلمان) خریداری شد. کلیه مواد شیمیایی و محیط های کشت میکروبی مورد استفاده در این تحقیق از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد.

### روش ها

### تولید پنیر ریکوتا سین بیوتیک

آب پنیر شیرین تولید شده از خط تولید پنیر سنتی جمع آوری، (w/v) ۰.۱٪ نمک و کلرید کلسیم (mg/L ۰، ۱۵۰ و ۳۰۰) به آن اضافه شد. مخلوط حاصل تا ۹۰ درجه سانتیگراد و با افزودن محلول اسید سیتریک (۰.۱۱ mg/L) در وت تهیه پنیر حرارت داده شد. در ادامه، پروتئین موجود در آب پنیر کوآگوله و دلمه پنیر ریکوتا تشکیل شده و با صافی پارچه‌ای از آب پنیر جداسازی شده و برای مدت ۳۰ دقیقه نگهداری گردید. سپس، با افزودن اینولین (۰٪، ۱٪ و ۳٪) و LA-5 ($10^7$ CFU/g) دلمه در ۵۰۰ rpm به مدت ۵ دقیقه هموژنیزه (ویگنز، آلمان) گردید. در ادامه نمونه‌های پنیر ریکوتا در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۶۰ دقیقه در انکوباتور (ممرت، آلمان) گرمخانه‌گذاری و در شیشه های استریل درب دار در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۵ روز در یخچال نگهداری شد (۵).

### ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی پنیر ریکوتا

در طول دوره نگهداری pH، اسیدیته، ماده خشک، خاکستر، پروتئین و چربی نمونه‌های پنیر ریکوتا مورد ارزیابی قرار گرفت. pH با استفاده از pH متر دیجیتال (Metller toledo seven Easy, Swiss)، خاکستر با دستگاه کوره (Nabertherm, Germany) و ماده خشک با بکارگیری آون (Memmert UN 110, Germany) ارزیابی شد. اسیدیته به روش تیتراسیون، محتوی پروتئین به روش کلدال و چربی به روش ژربر اندازه‌گیری شد. کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد (۷و۱۳).

### ارزیابی زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* (*LA-5*)

برای شمارش باکتری های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* (*LA-5*) با استفاده از سرم فیزیولوژی از نمونه های پنیر ریکوتا (g ۱۰) سریال رقت ($10^{-1}$-$10^{-10}$) تهیه شده و نمونه ها با استفاده از روش پور پلیت، در محیط کشت MRS آگار حاوی سالیسین (۰.۵٪) کشت داده شدند. پلیت ها به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور $CO_2$ دار در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد گرمخانه گذاری و نتایج شمارش به صورت Log CFU/ml گزارش شدند (۷).

### ارزیابی حسی

ارزیابی حسی توسط ۱۲ نفر ارزیاب آموزش دیده (شامل ۶ زن و ۶ مرد، متخصص علوم غذایی، ۲۵ تا ۳۵ ساله) به روش هدونیک ۵ نقطه از لحاظ ویژگی‌های طعم، رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی انجام شد. امتیازات شامل بیشترین نمره یعنی ۵ به منزله عالی‌بودن نمونه و ۱ کمترین نمره نشان دهنده ضعیف بودن نمونه بود (۱۴).

### تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق تاثیر افزودن اینولین و نمک کلرور کلسیم بر اساس طرح فاکتوریل سه عاملی کاملا تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین ها به ترتیب با روش ANOVA و آزمون چند دامنه ای دانکن

[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

در سطح احتمال ۹۵٪ توسط نرم افزار SPSS (نسخه ۲۲) انجام شد و رسم نمودارها نیز با نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ انجام پذیرفت.

## نتایج

### نتایج تعیین pH و اسیدیته در نمونه‌های پنیر ریکوتا

جدول ۱ تاثیر اینولین و کلرور کلسیم بر pH و اسیدیته نمونه-های مختلف پنیر ریکوتا سین‌بیوتیک را در طول دوره نگهداری نشان می‌دهد. طبق نتایج حاصل افزودن اینولین و کلرور کلسیم تاثیر معنی‌داری بر pH و اسیدیته نمونه‌های پنیر ریکوتا سین بیوتیک داشت ($p<۰.۰۵$). افزودن اینولین سبب کاهش معنی‌دار pH و افزایش معنی‌دار اسیدیته در نمونه‌های پنیر شد($p<۰.۰۵$). همچنین با افزایش غلظت نمک کلرور کلسیم pH نمونه‌های پنیر ریکوتا کاهش و اسیدیته افزایش معنی‌دار داشت ($p<۰.۰۵$). پنیر ریکوتا حاوی ۳٪ اینولین و ۳۰۰ mg/L کلرور کلسیم کمترین pH و بیشترین اسیدیته را در روز پنجم نگهداری داشت و بیشترین pH وکمترین اسیدیته به نمونه شاهد اختصاص داشت. اسیدیته نمونه‌ها در طول زمان افزایش معنی‌دار داشت، در حالیکه pH نمونه‌ها در طول زمان کاهش یافت ($p<۰.۰۵$).

**جدول ۱- تاثیر اینولین و کلرور کلسیم بر pH و اسیدیته نمونه‌های پنیر ریکوتا در طول دوره نگهداری**

| نمونه ها | pH** | | | اسیدیته (٪)** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | روز اول | روز سوم | روز پنجم | روز اول | روز سوم | روز پنجم |
| Control | $5.24\pm0.05^{Aa}$ | $5.22\pm0.02^{Ba}$ | $5.20\pm0.03^{Aab}$ | $0.42\pm0.08^{DEab}$ | $0.42\pm0.03^{CDbab}$ | $0.44\pm0.05^{DEa}$ |
| $T_1$ | $5.23\pm0.05^{Aa}$ | $5.21\pm0.05^{Aa}$ | $5.20\pm0.03^{Aab}$ | $0.42\pm0.08^{DEab}$ | $0.42\pm0.04^{CDab}$ | $0.44\pm0.01^{DEa}$ |
| $T_2$ | $5.21\pm0.02^{ABa}$ | $5.20\pm0.02^{Aa}$ | $5.18\pm0.02^{ABab}$ | $0.43\pm0.02^{Dab}$ | $0.44\pm0.07^{Cab}$ | $0.46\pm0.05^{Da}$ |
| $T_3$ | $5.04\pm0.04^{Ba}$ | $4.93\pm0.02^{Bb}$ | $4.85\pm0.06^{Bc}$ | $0.51\pm0.06^{Cc}$ | $0.55\pm0.01^{Bb}$ | $0.63\pm0.05^{Ca}$ |
| $T_4$ | $4.91\pm0.05^{BCa}$ | $4.80\pm0.01^{Cb}$ | $4.62\pm0.04^{Cc}$ | $0.64\pm0.06^{ABb}$ | $0.65\pm0.04^{ABb}$ | $0.68\pm0.04^{BCa}$ |
| $T_5$ | $4.68\pm0.01^{CDa}$ | $4.56\pm0.03^{Db}$ | $4.41\pm0.04^{DEc}$ | $0.65\pm0.05^{ABb}$ | $0.68\pm0.03^{Aab}$ | $0.7\pm0.06^{BCa}$ |
| $T_6$ | $4.74\pm0.02^{Ca}$ | $4.66\pm0.05^{CDb}$ | $4.48\pm0.04^{Dc}$ | $0.60\pm0.05^{Bc}$ | $0.65\pm0.01^{ABb}$ | $0.71\pm0.04^{Ba}$ |
| $T_7$ | $4.66\pm0.04^{CDa}$ | $4.57\pm0.03^{Db}$ | $4.41\pm0.04^{DEc}$ | $0.65\pm0.08^{ABb}$ | $0.69\pm0.05^{Aab}$ | $0.73\pm0.02^{ABa}$ |
| $T_8$ | $4.43\pm0.05^{Da}$ | $4.36\pm0.01^{Eb}$ | $4.21\pm0.02^{Ec}$ | $0.69\pm0.07^{ABc}$ | $0.71\pm0.03^{Ab}$ | $0.75\pm0.05^{Ab}$ |

*(C(0%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_1$(0%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_2$(0%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$), $T_3$(1%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_4$(1%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_5$(1%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$), $T_6$(3%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_7$(3%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_8$(3%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$))

**Means within each column followed by different letters (A–D) show significant differences (*P<0.05*) among treatments at the same time. Means within each row followed by different letters (a–b) show significant differences (*P<0.05*) at a treatment.

### نتایج تعیین ماده خشک و خاکستر در نمونه‌های پنیر ریکوتا

جدول ۲ تاثیر اینولین و کلرور کلسیم بر ماده خشک و خاکستر نمونه‌های مختلف پنیر ریکوتا سین‌بیوتیک را در طول دوره نگهداری نشان می‌دهد. طبق نتایج حاصل افزودن اینولین تاثیر معنی‌داری بر افزایش ماده خشک داشت ($p<۰.۰۵$) درحالیکه تاثیر افزودن اینولین بر خاکستر نمونه های پنیر ریکوتا معنی‌دار نبود ($p>۰.۰۵$). بعلاوه افزودن نمک کلرور کلسیم سبب افزایش معنی‌دار ماده خشک و خاکستر نمونه های پنیر ریکوتا شد ($p<۰.۰۵$). طبق نتایج حاصل گذشت زمان تاثیر معنی‌دار بر درصد ماده خشک و تاثیر غیر معنی‌دار بر خاکستر نمونه‌های پنیر ریکوتا سین بیوتیک داشت. پنیر ریکوتا حاوی ۳٪ اینولین و ۳۰۰ mg/L کلرور کلسیم بیشترین ماده خشک در روز پنجم نگهداری داشت و این نمونه بیشترین درصد خاکستر را در طول زمان نگهداری را نشان داد. درحالیکه نمونه شاهد در روز اول نگهداری کمترین ماده خشک را داشت و این نمونه در طول زمان نگهداری کمترین درصد خاکستر را به خود اختصاص داد.

[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

جدول ۲- تاثیر اینولین و کلرور کلسیم بر ماده خشک (٪) و خاکستر (٪) نمونه‌های پنیر ریکوتا در طول دوره نگهداری

| نمونه ها | ماده خشک (٪)** | | | خاکستر (٪)** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | روز اول | روز سوم | روز پنجم | روز اول | روز سوم | روز پنجم |
| Control | 19.17±0.08$^{EFc}$ | 19.19±0.07$^{Gb}$ | 20.21±0.07$^{Ga}$ | 0.60±0.06$^{Ca}$ | 0.60±0.02$^{Ca}$ | 0.60± 0.05$^{Ca}$ |
| $T_1$ | 19.21±0.09$^{Eb}$ | 19.56±0.07$^{Fab}$ | 20.34±0.07$^{Ga}$ | 0.72± 0.03$^{Ba}$ | 0.72± 0.07$^{Ba}$ | 0.72±0.03$^{Ba}$ |
| $T_2$ | 19.44±0.09$^{DEb}$ | 19.70±0.06$^{Eab}$ | 19. 75±0.08$^{FGa}$ | 0.81±0.05$^{Aa}$ | 0.81± 0.07$^{Aa}$ | 0.81±0.03$^{Aa}$ |
| $T_3$ | 19.33±0.06$^{Db}$ | 19.77±0.09$^{Eab}$ | 20.06±0.08$^{Fa}$ | 0.62± 0.05$^{Ca}$ | 0.62±0.08$^{Ca}$ | 0.62±0.03$^{Ca}$ |
| $T_4$ | 19.38±0.06$^{Db}$ | 19.92±0.07$^{Dab}$ | 20.8±0.08$^{DFa}$ | 0.73±0.04$^{Ba}$ | 0.73±0.05$^{Ba}$ | 0.73± 0.03$^{Ba}$ |
| $T_5$ | 19.98±0.05$^{Cb}$ | 20.87±0.07$^{Cab}$ | 21.30±0.06$^{DFa}$ | 0.82± 0.07$^{Aa}$ | 0.82± 0.02$^{Aa}$ | 0.82± 0.06$^{Aa}$ |
| $T_6$ | 19.89±0.09$^{CDb}$ | 20.43±0.09$^{CDab}$ | 21.03±0.07$^{Da}$ | 0.61± 0.06$^{Ca}$ | 0.61± 0.06$^{Ca}$ | 0.61±0.06$^{Ca}$ |
| $T_7$ | 20.40±0.08$^{Bb}$ | 21.63±0.09$^{Bab}$ | 22.01±0.07$^{Ba}$ | 0.73±0.08$^{Ba}$ | 0.73± 0.05$^{Ba}$ | 0.73± 0.02$^{Ba}$ |
| $T_8$ | 21.45±0.09$^{Ab}$ | 21.84±0.08$^{Aab}$ | 22.10±0.05$^{Aa}$ | 0.83±0.03$^{Aa}$ | 0.83±0.06$^{Aa}$ | 0.83± 0.06$^{Aa}$ |

*(C(0%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_1$(0%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_2$(0%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$), $T_3$(1%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_4$(1%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_5$(1%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$), $T_6$(3%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_7$(3%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_8$(3%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$))

**Means within each column followed by different letters (A–D) show significant differences (*P<0.05*) among treatments at the same time. Means within each row followed by different letters (a–b) show significant differences (*P<0.05*) at a treatment.

## نتایج تعیین چربی و پروتئین در نمونه‌های پنیر ریکوتا

جدول ۳ تاثیر اینولین و کلرور کلسیم بر چربی و پروتئین نمونه‌های مختلف پنیر ریکوتا سین‌بیوتیک را در طول دوره نگهداری نشان می‌دهد. طبق نتایج حاصل افزودن اینولین تاثیر معنی‌داری بر کاهش درصد پروتئین داشت ($p<۰.۰۵$) درحالیکه تاثیر افزودن اینولین بر درصد چربی نمونه های پنیر ریکوتا معنی‌دار نبود ($p>۰.۰۵$). بعلاوه افزودن نمک کلرور کلسیم سبب افزایش معنی‌دار درصد پروتئین نمونه های پنیر ریکوتا شد ($p<۰.۰۵$) درحالیکه تاثیر افزودن نمک کلرور کلسیم بر درصد چربی نمونه های پنیر ریکوتا معنی‌دار نبود ($p>۰.۰۵$). طبق نتایج حاصل گذشت زمان تاثیر غیر معنی‌دار بر درصد پروتئین و درصد چربی نمونه‌های پنیر ریکوتا سین بیوتیک داشت. نمونه‌های پنیر ریکوتا حاوی ۳۰۰ mg/L کلرور کلسیم بیشترین درصد پروتئین را در طول دوره نگهداری به خود اختصاص دادند.

جدول ۳- تاثیر اینولین و کلرور کلسیم بر چربی (٪) و پروتئین (٪) نمونه‌های پنیر ریکوتا در طول دوره نگهداری

| نمونه ها | چربی (٪)** | | | پروتئین (٪)** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | روز اول | روز سوم | روز پنجم | روز اول | روز سوم | روز پنجم |
| Control | 3.13± 0.04$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 3.14± 0.05$^{Aa}$ | 12.11±0.06$^{ABa}$ | 12.12± 0.09$^{ABa}$ | 12.14± 0.08$^{ABa}$ |
| $T_1$ | 3.1± 0.07$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 12.25±0.06$^{ABa}$ | 12.27±0.06$^{ABa}$ | 12.28± 0.08$^{ABa}$ |
| $T_2$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 12.35± 0.07$^{ABa}$ | 12.36± 0.06$^{Aa}$ | 12.37± 0.07$^{Aa}$ |
| $T_3$ | 3.13± 0.06$^{Aa}$ | 3.11± 0.05$^{Aa}$ | 3.12± 0.05$^{Aa}$ | 11.49± 0.07$^{Ca}$ | 11.50± 0.09$^{Ca}$ | 11.51± 0.06$^{Ca}$ |
| $T_4$ | 3.13± 0.08$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 11.8± 0.09$^{BCa}$ | 11.81± 0.07$^{BCa}$ | 11.82± 0.09$^{BCa}$ |
| $T_5$ | 3.12± 0.06$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 11.91± 0.09$^{Ba}$ | 11.92± 0.09$^{Ba}$ | .1194±0.08$^{Ba}$ |
| $T_6$ | 3.13± 0.08$^{Aa}$ | 3.12± 0.05$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 11.21± 0.07$^{Da}$ | 11.22± 0.07$^{Da}$ | 11.24±0.08$^{Da}$ |
| $T_7$ | 3.13± 0.06$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 3.13± 0.05$^{Aa}$ | 11.34± 0.07$^{CDa}$ | 11.35± 0.07$^{CDa}$ | .1137±0.09$^{CDa}$ |
| $T_8$ | 3.16± 0.03$^{Aa}$ | 3.15± 0.05$^{Aa}$ | 3.15± 0.05$^{Aa}$ | 11.39± 0.06$^{CDa}$ | 11.4± 0.06$^{CDa}$ | 11.43± 0.07$^{CDa}$ |

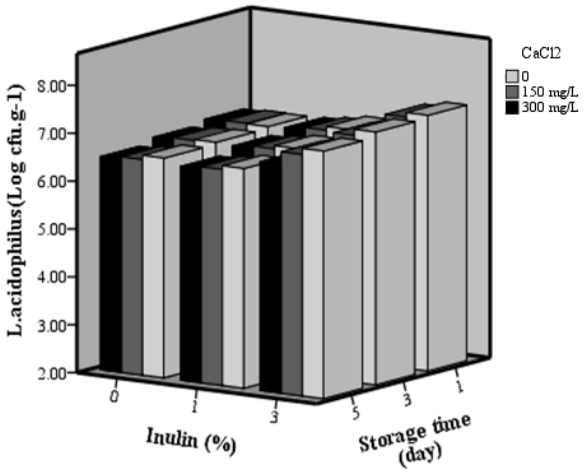
*(C(0%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_1$(0%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_2$(0%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$), $T_3$(1%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_4$(1%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_5$(1%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$), $T_6$(3%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_7$(3%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_8$(3%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$))

**Means within each column followed by different letters (A–D) show significant differences (*P<0.05*) among treatments at the same time. Means within each row followed by different letters (a–b) show significant differences (*P<0.05*) at a treatment.

[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

## نتایج تعیین زنده‌مانی باکتری‌های لاکتیکی در نمونه‌های پنیر ریکوتا

شکل ۱ تغییرات زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* را در نمونه‌های پنیر ریکوتا سین بیوتیک در طول زمان نگهداری نشان می دهد. طبق نتایج حاصل افزودن هیدروکلوئید اینولین به نمونه‌های پنیر سین بیوتیک ریکوتا زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* نمونه‌های پنیر ریکوتا سین-بیوتیک را به صورت معنی‌داری افزایش می‌دهد ($p<0.05$); نمونه های حاوی اینولین بیشتر نسبت به سایر نمونه‌ها حاوی تعداد بالاتری باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* بودند. طبق نتایج حاصل، با افزایش غلظت کلرور کلسیم زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* نمونه‌های پنیر ریکوتا سین-بیوتیک به صورت معنی‌داری افزایش یافت ($p<0.05$). درحالیکه، زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* نمونه‌های پنیر ریکوتا سین‌بیوتیک در طول دوره نگهداری ۵ روزه کاهش معنی‌دار داشت ($p<0.05$). طبق نتایج حاصل در روز اول نگهداری نمونه‌های پنیر ریکوتا سین‌بیوتیک حاوی ۳٪ اینولین و ۳۰۰ mg/L نمک کلرور کلسیم بالاترین زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* را به خود اختصاص دادند.




**شکل ۱- تغییرات میزان زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* نمونه‌های پنیر ریکوتا سین بیووتیک در طول زمان نگهداری**



[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

## نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر ریکوتا

جدول ۴ نتایج ارزیابی حسی پنیر ریکوتا سین بیوتیک را در روز پنجم نگهداری نشان می‌دهد. در ارزیابی پارامتر بو مشخص شد کلیه نمونه‌ها پذیرش یکسانی از نظر ارزیاب‌ها نشان دادند و تفاوت معنی‌داری از نظر پارامتر بو بین تیمارها مشاهده نشد ($p<0.05$). بالاترین امتیاز طعم به نمونه حاوی ۳٪ اینولین و ۱۵۰ mg/L نمک کلرور کلسیم تعلق داشت. حضور اینولین تا ۳٪ امتیاز طعم را افزایش داد اما افزایش غلظت نمک کلرور کلسیم تنها تا ۱۵۰ mg/L نمک کلرور کلسیم تاثیر مثبت روی طعم داشت و غلظت های بالاتر سبب کاهش امتیاز طعم گردید.

**جدول ٤- تاثیر اینولین و کلرور کلسیم بر فاکتورهای ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر ریکوتا در روز پنجم نگهداری**

| نمونه ها | رنگ | بو | طعم | بافت | پذیرش کلی |
|---|---|---|---|---|---|
| Control | $4.44\pm0.19^{ab}$ | $3.44\pm0.48^{a}$ | $2.66\pm0.21^{bc}$ | $3.00\pm0.28^{c}$ | $3.38\pm0.43^{b}$ |
| $T_1$ | $3.66\pm0.47^{b}$ | $3.44\pm0.23^{a}$ | $2.77\pm0.37^{bc}$ | $3.11\pm0.43^{bc}$ | $.321\pm.038^{bc}$ |
| $T_2$ | $3.44\pm0.19^{bc}$ | $3.44\pm0.67^{a}$ | $2.88\pm0.53^{bc}$ | $3.22\pm0.54^{b}$ | $3.20\pm0.57^{bc}$ |
| $T_3$ | $4.44\pm.036^{ab}$ | $3.55\pm0.72^{a}$ | $3.11\pm0.66^{b}$ | $3.44\pm0.37^{b}$ | $3.60\pm0.17^{ab}$ |
| $T_4$ | $3.77\pm0.71^{b}$ | $3.44\pm0.37^{a}$ | $3.22\pm0.39^{ab}$ | $3.55\pm0.67^{b}$ | $3.49\pm0.64^{ab}$ |
| $T_5$ | $3.55\pm0.27^{b}$ | $3.44\pm0.41^{a}$ | $3.77\pm0.28^{bc}$ | $3.88\pm0.45^{ab}$ | $3.38\pm0.22^{b}$ |
| $T_6$ | $4.55\pm0.41^{a}$ | $3.44\pm0.63^{a}$ | $3.77\pm0.43^{bc}$ | $3.55\pm0.63^{b}$ | $3.70\pm0.1^{ab}$ |
| $T_7$ | $4.33\pm0.66^{ab}$ | $3.66\pm0.29^{a}$ | $3.55\pm0.19^{a}$ | $4.00\pm0.48^{a}$ | $3.91\pm0.09^{a}$ |
| $T_8$ | $4.22\pm0.23^{ab}$ | $3.44\pm0.57^{a}$ | $3.22\pm0.66^{ab}$ | $3.44\pm0.29^{b}$ | $3.60\pm0.06^{ab}$ |

*(C(0%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_1$(0%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_2$(0%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$), $T_3$(1%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_4$(1%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_5$(1%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$), $T_6$(3%Inulin, 0mg/L $CaCl_2$), $T_7$(3%Inulin, 150mg/L $CaCl_2$), $T_8$(3%Inulin, 300mg/L $CaCl_2$))

**Means within each column followed by different letters (A–D) show significant differences ($P<0.05$) among treatments at the same time. Means within each row followed by different letters (a–b) show significant differences ($P<0.05$) at a treatment.

مطابق جدول ۴ با افزایش درصد اینولین امتیاز رنگ نمونه‌ها افزایش و با افزایش غلظت نمک کلرور کلسیم امتیاز رنگ نمونه‌های پنیر کاهش یافت و نمونه پنیر حاوی ۳٪ اینولین بالاترین امتیاز رنگ را به خود اختصاص داد. طبق نتایج حاصل، با افزایش غلظت اینولین و نمک کلرور کلسیم امتیاز بافت افزایش معنی‌دار داشت ($p<0.05$) و بالاترین امتیاز پذیرش کلی به نمونه حاوی ۳٪ اینولین و ۱۵۰ mg/L نمک کلرور کلسیم تعلق یافت .

## بحث و نتیجه‌گیری

مواد غذایی سین بیوتیک مخلوطی از میکرارگانیسم های زنده و پری بیوتیک ها هستند که وقتی به وسیله میزبان مصرف شوند خواص سلامتی‌بخش خواهند داشت. پری بیوتیک ها با تحریک رشد پروبیوتیک ها سبب افزایش بقا میکروارگانیسم های پروبیوتیک می‌شوند. در بین محصولات غذایی، فرآورده‌های لبنی و پنیر به دلیل محتوی بالای مواد مغذی، ارتقا سلامتی و خصوصیات حسی و بافتی کاندید مطلوبی برای تولید فرآورده‌های لبنی سین بیوتیک است. با تغییر فرمولاسیون پنیر نظیر افزودن هیدروکلوئیدها و غنی سازی با املاح می‌توان به بهبود بافت پنیر کمک کرد (۳). در تحقیق اخیر تاثیر هیدروکلوئید اینولین و نمک کلرور کلسیم بر تولید پنیر ریکوتا در طول زمان نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج حاصل میزان pH در حضور اینولین و نمک کلرور کلسیم و در طول زمان نگهداری کاهش یافت. احتمالا، کاهش pH با افزایش غلظت اینولین و کلرور کلسیم به دلیل بقا بیشتر باکتری‌های لاکتیکی (LAB) در حضور ترکیبات مورد انتظار بود. این اثرات به خصوصیات پری بیوتیکی اینولین که محرک فعالیت متابولیکی باکتری-های لاکتیکی است و منجر به تشدید رشد باکتری‌های لاکتیکی و تولید ترکیبات مغذی بیشتر نظیر اسیدهای آمینه می‌شود نسبت داده می‌گردد. بعلاوه، نمک کلرور کلسیم به عنوان یک فاکتور رشد برای پروبیوتیک ها عمل کرده و سبب کاهش فشار اسمزی شده و از این طریق دسترسی بیشتر

[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

به رطوبت را برای باکتری‌های لاکتیکی مهیا می کند (۱۵). طبق نتایج حاصل کاهش pH در طول دوره نگهداری ناشی از تخمیر لاکتوز به وسیله باکتری‌های لاکتیکی در پنیر ریکوتا است که سبب تولید اسید لاکتیک و سایر اسیدهای ارگانیک می‌شوند. به نظر می‌رسد پنیر ریکوتا سین بیوتیک متحمل اسیدیفیکاسیون پس از تخمیر می‌شود، که با کاهش pH در طول نگهداری مشخص می‌شود. اسیدی شدن پس از تخمیر را می توان با فعالیت متابولیکی پایدار باکتری‌های لاکتیکی در طول نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد توضیح داد (۱۶). در گزارشی در بررسی خصوصیات پنیر چدار سین بیوتیک غنی شده با اینولین افزایش اسیدیته نمونه-های پنیر در حضور اینولین گزارش شد (۳). در تحقیقی در زمینه ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنیر فتا در حضور نمک‌های کلسیم، افزایش اسیدیته پنیر فتا در حضور کلرور کلسیم گزارش شده است (۱۷). در پژوهشی کاهش pH در طول ذخیره‌سازی برای پنیر کفیر غنی شده با اینولین مشاهده شده است (۱۸).

طبق نتایج حاصل درصد ماده خشک نمونه‌های پنیر ریکوتا سین‌بیوتیک در حضور اینولین و نمک کلرور کلسیم افزایش معنی‌دار داشت. به نظر می‌رسد در حضور نمک کلرور کلسیم پیوندهای عرضی بین پروتئین‌های آب پنیر افزایش یافته و سبب ایجاد ساختاری شده که توانایی بیشتری در به دام انداختن مواد جامد خشک نظیر پروتئین و چربی را دارد. منطقی است که تعداد بیشتری از گلبول‌های چربی در ساختار شبکه پنیر ریکوتا به دام افتاده و افزایش در مواد جامد غیر چربی در سختار پنیر نقش مهمی در شکل گیری پنیر ریکوتا دارد. به عبارت دیگر، پنیر غنی شده با نمک کلرور کلسیم حاوی مقادیر بالاتری از چربی و مواد خشک غیر چربی نسبت به پنیر ریکوتا عادی است (۱۷و۱۹). از طرفی افزایش درصد ماده خشک در حضور اینولین، می‌تواند به اثر محرک اینولین در رشد باکتری‌های لاکتیکی و تولید اسیدهای آلی مرتبط باشد. مشابها، در تحقیقی افزایش محتوی ماده خشک ماست ریکوتا سین‌بیوتیک تهیه شده از مخمر پروبیوتیک گزارش شده است (۱۹). همچنین در تحقیقی افزایش ماده خشک پنیر اسیدی تهیه شده از شیر بز در حضور نمک‌های کلسیم به اثبات رسیده است (۲۰). در پژوهشی در زمینه تولید پنیر ریکوتا از شیر گاومیش گزارش شد با افزایش غلظت نمک کلرور کلسیم در شیر میزان ماده خشک و بازده پنیر تولیدی افزایش می‌یابد و افزایش پیوندهای عرضی بین پروتئین‌های آب پنیر سبب ایجاد ساختاری قوی‌تر با توانایی حفظ درصد بالاتری از ماده خشک در پنیر می‌گردد. از طرفی با افزایش غلظت نمک کلرور کلسیم محتوی خاکستر نمونه‌های پنیر افزایش معنی دار داشت. محتوای خاکستر وابسته به غلظت مواد معدنی و غیر آلی است که پس از حرارت دادن در دمای بسیار بالا برای حذف رطوبت، مواد فرار و مواد آلی باقی می‌ماند. نمک کلرور کلسیم حاوی مقادیر بالایی مواد معدنی است و اضافه کردن آن به پنیر مستقیما با افزایش مواد معدنی و محتوی خاکستر ارتباط دارد. مشابها در تحقیقی بر روی پنیر کشیر غنی شده با نمک کلرید کلسیم افزایش معنی‌دار محتوی خاکستر در نمونه‌های پنیر مشاهده شد (۲۱). در گزارشی در زمینه تاثیر نمک های کلسیم بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنیر کاتیج افزایش معنی‌دار خاکستر با افزایش غلظت نمک کلسیم گزارش شد (۲۲).

طبق نتایج حاصل افزایش غلظت اینولین و نمک کلرور کلسیم تاثیر بر محتوی پروتئین پنیر داشت درحالیکه تاثیر آن بر درصد چربی غیر معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد افزودن نمک کلرور کلسیم سبب افزایش پیوندهای عرضی بین پروتئین-های آب پنیر شده و توانایی بالاتری برای به دام انداختن مواد جامد نظیر پروتئین در شبکه ایجاد شده و لذا درصد پروتئین نمونه‌های پنیر ریکوتا در حضور نمک کلرور کلسیم افزایش می‌یابد (۲۰). طبق نتایج حاصل افزایش غلظت اینولین سبب کاهش معنی‌دار محتوی پروتئین پنیر شد. به نظر می‌رسد با افزایش درصد اینولین در نمونه‌های پنیر ریکوتا میزان زنده-مانی و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک افزایش می‌یابد. در طول زمان نگهداری زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک با افزایش تولید آنزیم ها نظیر پروتئازها همراه بوده که سبب کاهش محتوی پروتئین در اثر افزایش فعالیت‌های



[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

پروتئولیتیکی باکتری‌ها می‌شود (۱۹). مشابها، در تحقیقی در زمینه خواص فیزیکوشیمیایی پنیر خامه‌ای شیر بز پروبیوتیک کاهش درصد پروتئین در نمونه‌های پنیر را با افزایش درصد اینولین گزارش شد (۲۳). در تحقیقی در زمینه تاثیر غلظت نمک های کلسیم بر پنیر ریکوتا گاومیش افزایش محتوی ماده خشک نظیر پروتئین با افزایش غلظت نمک کلسیم گزارش شد (۲۴). در پژوهشی افزایش درصد پروتئین نمونه-های پنیر شیر بز با افزودن نمک سیترات کلسیم به شیر پنیر سازی مشاهده شد (۲۰).

طبق نتایج حاصل تاثیر افزودن اینولین، نمک کلرور کلسیم و زمان نگهداری بر زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در نمونه‌های پنیر ریکوتا معنی‌دار بود و شمارش باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در طول مدت زمان ۵ روز نگهداری در یخچال کاهش معنی‌دار داشت. این نتایج با گزارشات تحقیق بر روی پنیر تهیه شده از شیر بز که کاهش *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* و *بیفیدوباکتریوم لانگوم* را در طول دوره نگهداری گزارش کردند همخوانی داشت (۲۵). در تحقیق اخیر زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* با افزودن اینولین و نمک کلرور کلسیم بهبود یافت که نتایج افزایش اسیدیته در نمونه‌های پنیر ناشی از رشد *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و تبدیل لاکتوز به اسیدهای آلی موید این نتیجه است. در پژوهشی در زمینه ارزیابی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در پنیر ماسکارپونه در طول دوره نگهداری گزارش شد افزودن اینولین سبب بهبود زنده‌مانی باکتری *بیفیدوباکتریوم انیمالیس* در نمونه‌های پنیر گردید (۲۶). در تحقیقی در زمینه ارزیابی تاثیر اینولین بر خصوصیات شیر تخمیری پروبیوتیک مشخص شد اینولین به عنوان یک ترکیب پری‌بیوتیک سبب بهبود بقا باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم انیمالیس Bb-12* می‌شود (۲۷). فعالیت پری‌بیوتیکی اینولین تحت تاثیر چندین عامل نظیر درجه پلیمریزاسیون، گونه پروبیوتیک، برهمکنش باکتری پروبیوتیک و محیط رشد، ماتریکس غذایی حامل پروبیوتیک و شرایط محیطی مثل aw، فشار اسمزی، سطح اکسیژن و پایداری اکسایشی قرار دارد (۱۶). مشابها در تحقیقی در زمینه بررسی تاثیر نمک‌های کلسیم بر خصوصیات میکروبی و فیزیکوشیمیایی پنیر فتا مشخص شد افزودن نمک‌های کلسیم سبب افزایش بقا باکتری‌های استارتر در پنیر گردید (۱۷). در تحقیقات پیشین مشخص شد یون‌های کلسیم سبب تنظیم انتقال یون، سنتز اسید چرب و ریبوزوم، انتقال منابع کربنی، سنتز اسیدهای آمینه در *لاکتوباسیلوس پلانتاروم K25* می‌شود (۱۵).

آزمون‌های ارزیابی حسی در صنایع غذایی نقش مهمی در کنترل کیفیت، تضمین کیفیت، توسعه محصول نهایی و معرفی فرمولاسیون‌های جدید دارند. طبق نتایج حاصل افزودن اینولین و نمک کلرور کلسیم تاثیر معنی‌داری بر پارامتر بو نداشت. افزودن اینولین سبب افزایش معنی‌دار پارامتر طعم در نمونه‌های پنیر ریکوتاسین بیوتیک شد اما نمک کلرور کلسیم تنها تا ۱۵۰ mg/L در بهبود طعم موثر بود. احتمالا، تغییرات در اسیدیته، محتوی پروتئین، چربی و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک در اثر حضور اینولین و نمک کلرور کلسیم بر تغییرات طعم نمونه‌های پنیر ریکوتا سین بیوتیک موثر بوده است. در تحقیقی در زمینه تاثیر نمک‌های سدیم و کلسیم بر خصوصیات رئولوژیکی و حسی پنیر کاتیج خامه‌ای جایگزینی نمک سدیم با نمک کلسیم در غلظت‌های بالا سبب تلخی نمونه‌های پنیر و کاهش امتیاز طعم گردید (۲۸). در ارتباط با پارامتر رنگ بالاترین امتیاز به نمونه حاوی ۳٪ اینولین و فاقد نمک کلرور کلسیم اختصاص داشت. به نظر می‌رسد افزودن اینولین سبب افزایش امتیاز رنگ و افزودن نمک کلسیم سبب کاهش امتیاز رنگ گردید. مهم-ترین فاکتور تاثیرگذار بر پارامتر رنگ شیر پراکنش نور از میسل‌های کازئین و گلبول‌های چربی است. نتایج ما با یافته-های تحقیق در زمینه جایگزینی اینولین با چربی در نمونه های پنیر آنالوگ فرآوری شده و ارزیابی خصوصیات آن همخوانی داشت که گزارش کردند جایگزینی چربی با اینولین سبب افزایش روشنایی رنگ در نمونه‌های پنیر می-شود (۲۹). همچنین سایر محققین بیان کردند که هیدروکلوئیدها نظیر پکتین، کاراگینان و کربوکسی متیل سلولز بر رنگ نمونه‌های پنیر تاثیرگذار هستند (۱۳). بالاترین

[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

امتیاز بافت به نمونه حاوی ۳٪ اینولین و ۱۵۰ mg/L نمک کلرور کلسیم تعلق داشت در حالیکه نمونه شاهد پایین‌ترین امتیاز بافت را داشت. در پژوهشی در زمینه تاثیر اینولین بر خصوصیات پنیر مشخص شد امتیاز بافت در نمونه‌های حاوی ۵٪ اینولین بالاترین بود که به دلیل افزایش خامه‌ای شدن پنیر و احساس مطبوع دهانی در نمونه‌های حاوی اینولین است. همچنین امتیاز پذیرش کلی در بین تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت. افزایش غلظت اینولین تا ۳٪ و نمک کلرور کلسیم تا ۱۵۰ mg/L تاثیر مثبت بر امتیاز پذیرش کلی داشت. در در زمینه تاثی نمک های کلسیم بر خصوصیات پنیر شیر بز مشخص شد با افزایش غلظت نمک سیترات کلسیم امتیاز پذیرش کلی کاهش غیر معنی دار خواهد داشت (۲۰).

درنهایت، در این تحقیق امکان سنجی تولید پنیر ریکوتا سین بیوتیک با استفاده از اینولین و نمک کلرور کلسیم مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این مطالعه افزایش معنی‌دار زنده مانی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در پنیر ریکوتا سین بیوتیک را در حضور اینولین و نمک کلرور کلسیم نشان داد. همچنین اسیدیته نمونه‌های پنیر ریکوتا سین بیوتیک در حضور اینولین و نمک کلرور کلسیم افزایش و pH نمونه‌ها کاهش معنی‌دار داشت. درصد ماده خشک نمونه‌های پنیر ریکوتا سین بیوتیک با افزایش اینولین و نمک کلرور کلسیم افزایش و تاثیر هر دو بر درصد چربی نمونه‌ها غیر معنی‌دار بود. ارزیابی حسی نمونه مشخص کرد بالاترین امتیاز پذیرش کلی به نمونه حاوی ۳٪ اینولین و ۱۵۰ mg/L نمک کلرور کلسیم تعلق یافت .

به طور کلی، نتایج تحقیق اخیر تولید پنیر ریکوتا سین بیوتیک حاوی اینولین و نمک کلرور کلسیم را به عنوان یک محصول کاربردی برای بکارگیری هدفمند آب پنیر به عنوان ضایعات صنعت غذا و بهبود سلامت مصرف کننده توصیه می کند.



[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

## منابع


1. Ahmad S, Nadeem M, Ayaz M, Jaspal M H. Effect of low-melting fractions of milk fat on lipolysis of Cheddar cheese. Journal of Food Process and Preservative. 2015;39:2516–2522.

2. Champagne C P, Cruz A G, Daga M. Strategies to improve the functionality of probiotics in supplements and foods. *Current Opinion* in *Food Science.* 2018;22:145–166.

3. Islam M, Alharbi M A, Alharbi N K, Rafiq S, Shahbaz M, Murtaza S, Raza N, Farooq U, Ali M, Imran M and Ali S. Effect of inulin on organic acids and microstructure of symbiotic cheddar-type cheese made from buffalo milk. Molecules. 2022;27: 5137.

4. Yu Z, Chen J, Liu Y, Meng Q, Liu H, Yao Q, Song W, Ren X, Chen X. The role of potential probiotic strains *Lactobacillus reuteri* in various intestinal diseases: New roles for an old player. Frontiers in Microbiology. 2023;14:1095555.

5. Niro S, Succi M, Cinquanta L, Fratiavvi A, Tremonte P, Sorrentino E, Panfili G. Production of functional Ricotta Cheese. *Agro food Industry Hi Tech.* 2013;24:56-59.

6. Ortiz L C, Darre M, Ortiz C M, Massolo J F, Vicente A R. Quality and yield of Ricotta cheese as affected by milk fat content and coagulant type. International Journal *Dairy Technology.* 2017;71:340-346.

۷. Sameer B, Ganguly S, Khetra Y, Sabikhi L. Development and Characterization of Probiotic Buffalo Milk Ricotta Cheese. LWT-Food Science Technology. 2020;121:108944.

8. Rosa M C, Carmo M R S, Balthazar C F, Guimarães J T, Esmerino E A, Freitas M Q, Silva M C, Pimentel T C, Cruz. A. G. Dairy products with prebiotics: An overview of the health benefits, technological and sensory properties. International Dairy Journal. 2021;117: 105009.

9. Quigley E M. Prebiotics and probiotics in digestive health. Clinical Gastroenterology and Hepatology. 2018;17:333–344.

10. Moghiseh N, Arianfar A, Salehi E A, Rafe A. Effect of inulin/kefiran mixture on the rheological and structural properties of mozzarella cheese. International Journal of *Biological Macromolecules.* 2021;191:1079–1086.

11. Shahraki R, Elhamirad A H, Hesari J, Noghabi M S, Nia A P. A low-fat synbiotic cream cheese containing herbal gums, *Bifidobacterium adolescentis* and *Lactobacillus rhamnosus*: Physicochemical, rheological, sensory, and microstructural characterization during storage. Food Science and Nutrition. 2023;11(12):8112–8120.

12. Souza J L F, Silva M A P D, Silva R C F D, Carmo R M D, Souza R G D, Celia J A, Oliveira K B D, Placido G R, Lage M E, Nicolau S. Effect of whey storage on physicochemical properties, microstructure and texture profile of ricotta cheese. African Journal of Biotechnology. 2016;15:2649-2658.

13. Rubel I A, Iraporda C, Gallo A, Manrique G D, Genovese D B. Spreadable ricotta cheese with hydrocolloids: Effect on physicochemical and rheological properties. *International Dairy* Journal. 2019;94:7-15.

*14.Vasheghani Farahani M,* Sedaghati M, *Mooraki N*. Production and characterization of synbiotic Doogh by Gum Tragacanth, Date Seed Powder, and *L.casei* .Journal of Food Process and Preservative. 2022;46:e16946.

15. Jiang Y, Zhang M, Zhang Y, Zulewska J, Yang Z. Calcium (Ca2+)-regulated exopolysaccharide biosynthesis in probiotic *Lactobacillus plantarum* K25 as analyzed by an omics approach. Journal *of Dairy Science.* 2021;104:2693-2708.

16. Karimi R, Azizi M H, Ghasemlou M, Vaziri M. Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. *Carbohydrate Polymers*. 2015;119:85-100.

17. Zonoubi R, Goli M. The effect of complete replacing sodium with potassium, calcium, and magnesium brine on sodium-free ultrafiltration Feta cheese at the end of the 60-day ripening period: Physicochemical, proteolysis–lipolysis indices, microbial, colorimetric, and sensory evaluation. Food Science Nutrition. 2020;9:866–874.

18. Sousa P B D, Guimaraes T L F, Silva P L D, Miranda E S M, Castro E D A, Moncao E D C, Santos S M L D, Mendes L G, Cavalcante A B D, Damaceno M N. Effect of inulin addition on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics from guava-flavored petit-suisse kefir cheese. Agricultural Biosciences. 2021;10(8):e7010817139.

19. Sarwar A, Aziz T, Al-Dalali S, Zhao X, Zhang J, Din J U, Chen C, Cao Y, Yang Z. Physicochemical and Microbiological Properties of Synbiotic Yogurt


[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

Made with Probiotic Yeast Saccharomyces boulardii in Combination with Inulin. Foods. 2019;8:468.

20. Pawlos M, Znamirowska-Piotrowska A, Kowalczyk M, Zagula G. Application of Calcium Citrate in the Manufacture of Acid Rennet Cheese Produced from High-Heat-Treated Goat's Milk from Spring and Autumn Season. *Molecules*. 2022;27:5523.

21. Sakr H S A, El-Nawasany L I and Mehanna N M. Fotification of Karish Cheese with Calcium by Means of Using Calcium Chloride or Casein Co-Precipitates Containing High Calcium. *Journal of Food* and *Dairy* Sciences. 2019;10:309–313.

22. Hanum E A R, Yulistiani R, Sarofa U. Utilization of fruit extract as acidulant on physicochemical and sensory properties of cottage cheese with addition calcium chloride. Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment. 2022;6(2):15–21.

23. Barbosa I C, Oliveira M E, Madruga M S, Gullón B, Pacheco M T, Gomes A M, Batista A S, Pintado M M, Souza E L, Queiroga R C. Influence of the addition of *Lactobacillus acidophilus La-05*, *Bifidobacterium animalis subsp. lactis Bb-12* and inulin on the technological, physicochemical, microbiological, and sensory features of creamy goat cheese. *Food Function*. 2016;7:4356–4371.

24. Rashid AA, Huma N, Zahoor T, Asgher M. Optimization of pH, temperature, and CaCl2 concentrations for Ricotta cheese production from Buffalo cheese whey using Response Surface Methodology. *Journal* of *Dairy Research*. 2017;84:109-116.

25.Kavas N, Kavas G, Kinik O, Ates M, Kaplan M, Satir G. Synbiotic microencapsulation to enhance *Bifidobacterium longum* and *Lactobacillus paracasei* survival in goat cheese. Food Science Technology. 2022;42:1-7.

26. Almeida J D S O D, Dias C O, Pinto S S, Pereira L C, Verruck S, Fritzen-Freire C B, Amante E R, Prudencio E, Amboni R D M C. Probiotic Mascarpone-type cheese: Characterisation and cell viability during storage and simulated gastrointestinal conditions. *International Journal of Dairy Technology*. 2017;71:195-203.

27.Ozturkoglu-Budak S, Akal H C, Buran I, Yetişemiyen A. Effect of inulin polymerization degree on various properties of synbiotic fermented milk including *Lactobacillus acidophilus La-5* and *Bifidobacterium animalis Bb-12*. Journal *of* Dairy Science. 2019;102:6901-6913.

28. Fosberg H, Joyner H S. The impact of NaCl replacement with KCl and $CaCl_2$ on cottage cheese cream dressing rheological, behavior and consumer acceptance. International Dairy Journal. 2018;78:73-84.

29. Solowiej B, Glibowski P, Muszynski S, Wydrych J, Gawron A, Jelinski T. The effect of fat replacement by inulin on the physicochemical properties and microstructure of acid casein processed cheese analogues with added whey protein polymers. Food Hydrocolloids. 2015;44:1-11.

[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]

# The physicochemical, sensory and viability characteristics of *Lactobacillus acidophilus* in synbiotic ricotta cheese enriched with inulin and calcium chloride

**Marjaneh Sedaghati**[1*], Reyhaneh Kavand[1]

[1] Department of Food Science and Technology, Faculty of Biological Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Abstract**

The aim of this research was investigating the possibility of producing synbiotic ricotta cheese containing inulin and calcium chloride with acceptable physicochemical, microbial and sensory properties. Inulin hydrocolloid at three levels of 0, 1% and 3% and calcium chloride at three levels of 0, 150 and 300 mg/L were used to produce synbiotic ricotta cheese and the physicochemical properties (pH, acidity, percentage of dry matter) , ash, fat and protein), microbial and sensory properties were investigated during 5 days of storage. The results showed that the addition of inulin, calcium chloride and the storage time decreased the pH of the synbiotic ricotta cheese ($p<0.05$). The highest dry matter and ash were observed in the sample containing 3% inulin and 300 mg/L calcium chloride. The results showed that in all the samples, the addition of inulin decreased the protein content and the addition of calcium chloride significantly increased the protein content ($p<0.05$). Although the addition of inulin and calcium chloride significantly increased the survival of *L.acidophilus*, during the storage time the survival of *L.acidophilus* decreased significantly ($p<0.05$). Also, by increasing the concentration of inulin up to 3% and calcium chloride up to 150 mg/L, the score of sensory parameters increased significantly ($p<0.05$). According to the results the use of inulin and calcium chloride salt in ricotta cheese lead to the production of cheese with favorable physicochemical characteristics compared to the control sample and improves the survival of probiotic bacteria and improves the sensory characteristics.

**Keywords:** Calcium chloride, Cheese, Inulin, Ricotta, Synbiotic

* marjanehsedaghati@yahoo.com

[ Downloaded from amfi.ir on 2026-02-20 ]