

غنی سازی نان های حجیم با باسیلوس های بالقوه پروبیوتیک (باسیلوس کواگولانس)

مهشید گنجوری^{۱*}، صدیقه مهربیان^۲، عباس اخوان سپه^۳

۱- کارشناس ارشد میکروبیولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران

۲- استاد گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران

۳- دانشیار میکروبیولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شمال تهران

* تهران، صندوق پستی ۱۹۳۳۶۷۳۱۶۵

honiras24@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹۰/۵/۲۴، پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۷)

چکیده - پروبیوتیک ها میکروب های زنده ای هستند که حضورشان در مواد غذایی، با بهبود فلور میکروبی دستگاه گوارش آثار مفیدی برای میزبان خود دارد. تحقیقات به تازگی نشان داده که باکتری های تولیدکننده اسیدلاکتیک، به خصوص باسیلوس ها (به خاطر داشتن اندوسپور) در دمای پخت پایدار باقی مانده و فواید پروبیوتیکی خود را در غذاهای پختنی حفظ می کنند هدف این پژوهش، استفاده از باسیلوس کواگولانس به عنوان یک پروبیوتیک مقاوم، برای غنی سازی نان های حجیم است. در این پژوهش ابتدا با انجام آزمایش های تحمل نمک، مقاومت گرمایی، تحمل صفرا، تحمل اسید و پپسین، مقاومت به آنتی بیوتیک ها، ممانعت از رشد سویه های بیماریزا، پروبیوتیک بودن این باکتری مشخص شد. سپس تعداد معینی از سلول های باسیلوس کواگولانس در خمیر نان وارد شد، قبل و بعد از پخت نیز با روش شمارش باکتری های زنده، تعداد باکتری ها در ۱ گرم از خمیر و نان محاسبه شد یافته ها: باسیلوس کواگولانس از 10^8 عدد در هر گرم، بعد از پخت نان به 10^6 عدد کاهش یافت. میزان نشاسته هم پس از پخت کاهش یافته و به قندهای ساده تبدیل شده pH نان حدود ۴/۵ تا ۵ بوده و اسیدیته کل نیز بین ۸ و ۶ ارزیابی گردید، سرانجام نمونه غنی سازی شده به وسیله ی کارشناسان غلات ارزیابی حسی و از نظر کیفی، چشایی و لمسی، با نمونه شاهد مقایسه شد.

کلید واژگان: پروبیوتیک، باسیلوس کواگولانس، نان.

۱- مقدمه

کافی به ماده غذایی اضافه شوند برای سلامتی میزبان (انسان) مفید خواهند بود [۱ و ۲ و ۳].
پروبیوتیک ها میکروب های زنده ای هستند که حضورشان در مواد غذایی با بهبود (اصلاح) تعادل

بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO)، پروبیوتیک ها میکروارگانیسم هایی هستند که اگر به میزان

تازگی شواهد گویای این است که این باکتری همان صفات باسیلوس کوآگولانس را دارد و در نتیجه به آن گروه منتقل شد [۳].

صفات کلی باسیلوس کوآگولانس از این قرار است: باسیل گرم مثبت، اسپوردار، متحرک، طنابی شکل، تک تک یا به صورت زنجیره‌های کوتاه، دمای بهینه برای رشد ۳۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد و pH بهینه ۵/۵-۶/۵ است. از نظر متابولیسی، بی‌هوازی اختیاری است و از تخمیر مالتوز، مانیتول، رافینوز، سوکروز و تراهالوز اسید بدون گاز ایجاد می‌کند [۲۰].

باسیلوس کوآگولانس یک پروبیوتیک تولیدکننده اسپور است و اسپور در مقابل حرارت و فشار در فرایند تولید، از سلول محافظت کرده و پایداری آن را هنگام گذشتن از دستگاه گوارش در برخورد با اسید معده و صفرا حفظ می‌کند، این اسپور با رسیدن به روده کوچک شروع به تندی کرده و یک باکتری جدید تولید می‌کند. مقاومت و پایداری بالای اسپور این باکتری در مقابل حرارت، فشار و اسید باعث می‌شود آن را به‌عنوان یک انتخاب مناسب برای استفاده در محصولات غیرلبنی در مقایسه با دیگرگونه‌ها برگزینیم.

حضور این باکتری در دستگاه گوارش مبتلایان به سندروم روده تحریک پذیر (IBS) بررسی و مشخص شده که باسیلوس کوآگولانس بر کاهش روزانه حرکات روده مؤثر است و علائم این بیماری مانند یبوست، اسهال، و یا علائم مربوط به گازهای روده‌ای بعد از غذا را کاهش می‌دهد [۱۰].

این باکتری همچنین می‌تواند با اثر روی سیستم ایمنی در درمان برخی عفونت‌های ویروسی مثل ویروس آنفولانزا و آدنوویروس مؤثر باشد. بر اساس تحقیقات انجام‌شده در تعدادی از افرادی که به‌طور روزانه باسیلوس

میکروبی دستگاه گوارش آثار مفیدی بر میزبان دارد؛ فوایدی مانند بهبود تغذیه و رشد و جلوگیری از ناراحتی‌های گوارشی، محصولات حاوی پروبیوتیک همان‌گونه که در مواد غذایی حیوانی و یا کشاورزی استفاده می‌شود برای مصرف انسان هم وجود دارند. [۴ و ۵]

پروبیوتیک‌ها میکروفلور دستگاه گوارش را متعادل کرده و عملکرد سلول‌های اپیتلیال و فعالیت ایمنی لایه مخاطی را حفظ می‌کنند [۶]. به‌طور مستقیم باعث افزایش IgA می‌شوند [۷]. بخش زیادی از پروبیوتیک‌ها متعلق به گونه‌های باکتری‌های لاکتیک (لاکتو باسیلوس‌ها) هستند و از این رو به آن‌ها لاکتی‌بیوتیک نیز می‌گویند [۸]. به طور سنتی، محصولات لبنی سرد، روش برتر برای تولید و کشت پروبیوتیک‌ها است [۹] اما به‌تازگی تحقیقات نشان داده که باکتری‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک به‌خصوص باسیلوس‌ها، در غذاهای پختنی پایدار باقی مانده و فواید پروبیوتیکی خود را در دمای پخت حفظ می‌کنند [۱۰]. این باکتری‌ها به‌خاطر تولید اسپور می‌توانند در فرایند پخت مواد زنده بمانند [۱۱]؛ مواد پختنی مانند نان، کیک، پای، تارت، غلات، پیتزا، چیپس و سبزیجات آبگیری‌شده و... هر نوع ترکیب دارای آرد و یا هر ترکیبی که حرارت می‌بیند می‌شود [۱۰].

از جمله باسیلوس‌هایی که می‌توان از آن به علت خواص ذاتی در فرایند پخت استفاده کرد باسیلوس کوآگولانس (لاکتو باسیلوس اسپوروزنز) است.

گونه لاکتو باسیلوس اسپوروزنز در ۱۹۳۲ توسط *N. W. Nowotelnow* و *L. M. Horowitz-Wlassowa* جدا و شرح داده شد و متعاقب آن به عنوان باسیلوس اسپوروزنز طبقه‌بندی شد؛ اما به علت اسپوردار بودن هیچگاه به عنوان لاکتو باسیلوس پذیرفته نشد [۱۲]. به

آزمون‌های بیوشیمیایی مانند: آزمون‌های کاتالاز، ایندول، هیدرولیز ژلاتین، حرکت و توانایی تخمیر قندهای گلوکوز، لاکتوز، گالاکتوز، فروکتوز و مانوز انجام شد

اثبات پروبیوتیک بودن باکتری‌ها

برای بررسی باکتری‌های پروبیوتیک، بیشترین کاری که در شرایط آزمایشگاهی انجام شده، ایجاد شرایط داخلی دستگاه گوارش است، pHهای مختلف و غلظت‌های متفاوتی از نمک‌های صفاوی در زمان‌های متغیر برای تعیین بقای گونه‌های تحت آزمون، استفاده می‌شود [۱۶].

تست تحمل نمک

آزمایش در رقت‌های ۰/۵، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد از NaCl با تعداد اولیه $10^8 \times 1/5$ (۰/۵) مک‌فارلند انجام شد و لوله‌ها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. کدورت لوله‌ها که در اثر رشد باکتری در محیط ایجاد شده، به صورت +۲، +۱ و - (منفی) گزارش شد و نیز پورپلیت در محیط‌های MRS. Agar و Mullerhinton. Agar انجام شد [۱۲].

تست مقاومت گرمایی

با توجه به این‌که اسپور باسیلوس کوآگولانس دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد را ۲۰ دقیقه و یا حتی بیشتر می‌تواند تحمل کند، نمونه اولیه با غلظت $10^8 \times 1/5$ (۰/۵) مک‌فارلند) از هر نمونه در سرم فیزیولوژی تهیه شده و به مدت ۲۰ دقیقه در بن‌ماری ۱۰۰ درجه (نقطه جوش) قرار داده شد؛ سپس از هر یک از لوله‌ها به صورت سریالی پورپلیت در محیط‌های MRS. Agar و Mullerhinton. Agar تهیه شد و به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در دمای ۱۰۱ درجه

کوآگولانس مصرف می‌کردند و در معرض این ویروس‌ها قرار گرفتند؛ مشاهده شد به‌گونه‌ای چشم‌گیر تولید T cell از TNF α افزایش یافته است؛ در میان این افراد هیچ عوارض جانبی جدی نیز مشاهده نشد [۶].

خواص ضدالتهابی آن در Invitro با تولید IL10 به اثبات رسیده و برای درمان التهاب روده و یا حتی آرتریت روماتوئید مورد توجه قرار گرفته است. [۱۵ و ۱۴]. باسیلوس کوآگولانس به‌طور چشم‌گیری در کاهش کلسترول تام خون، نسبت کلسترول تام به LDL و نسبت کلسترول تام به HDL و به میزان کمی در افزایش HDL خون مشارکت داشت [۳].

بنابراین با توجه به تأثیرات مثبت و فواید متعدد این باکتری، از آن به عنوان یک پروبیوتیک قابل استفاده در مواد غذایی پختنی، به‌خصوص غلات می‌توان بهره برد. نیاز روز افزون کشور به گسترش صنعت نان و مصرف رو به گسترش پروبیوتیک‌ها در مواد غذایی به‌عنوان یک افزودنی مفید و مجاز، سبب انجام این پژوهش شد تا شرایط استفاده بهینه از این باکتری در نان‌های صنعتی بررسی شود.

۲- مواد و روش‌ها

کشت باکتری

سویه مورد نظر در MRS. Agar کشت داده و به مدت ۲۴-۴۸ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شده برای اثبات درستی و خلوص کلنی‌ها، بررسی مورفولوژیک و آزمون‌های بیوشیمیایی انجام شد.

انجام آزمون‌های میکروبی و بیوشیمیایی

برای اثبات درستی و خلوص کلنی‌ها، بررسی مورفولوژیک، رنگ‌آمیزی گرم و مالاشیت‌گرین و نیز

E. coli (ATCC: 25923) *staphylococcus aureus fecalis* (29212 ATCC:) و (ATCC: 25922) *Enterococcus* استفاده شد. سویه‌های اندیکاتور به مدت ۲۴ ساعت در محیط BHI Agar (۰/۷ درصد آگار) در شرایط هوازی و دمای 37°C گرم‌خانه‌گذاری شدند. سویه‌های لاکتوباسیل بررسی شده (باسیلوس کواگولانس) به صورت نقطه‌ای در محیط MRS Agar کشت داده شدند. محدوده کشت به صورت دایره‌ای به قطر ۱ cm تعیین شد، و به مدت ۲۴ ساعت در دمای 37°C گرم‌خانه‌گذاری شدند. حدود 5×10^7 سلول از سویه‌های اندیکاتور و یا ۵ میلی‌لیتر از محیط‌های کشت BHI Broth حاوی اندیکاتور در سطح پلیت پخش شد و در شرایط هوازی در دمای 37°C گرم‌خانه‌گذاری شد. بعد از ۲۴ ساعت از روی قطر هاله عدم رشد (بر اساس میلی‌متر) باکتری‌های اندیکاتور، توان ضد میکروبی آن‌ها بررسی شد [۱۲-۲۶].

تهیه خمیر و پخت نان

با استفاده از آرد سفید گندم و روش پخت استاندارد نان مورد نیاز تهیه شد مواد مصرفی شامل: آرد گندم + آب + خمیر مایه + بهبود دهنده + نمک و شکر + سویه پروبیوتیک سویه پروبیوتیک به میزان $10^8 \times 0/5$ مک فارلند) به ازای هر گرم آرد اضافه شد.

اثبات پایداری باکتری

برای جست‌وجوی باکتری‌های زنده، ابتدا ۱۰ گرم از خمیر ترشی که باکتری به آن اضافه شده برداشت کرده و با 90°C آب مقطر مخلوط شده، همین عمل پس از پخت نان نیز تکرار شد؛ سپس از این ترکیبات رقت سریالی تهیه شد و به روش پورپلیت، باکتری‌ها کشت داده و شمارش انجام شد.

سانتی‌گراد، اسپورهای حساس به حرارت باسیلوس کواگولانس می‌توانند به فرم مقاوم تبدیل شوند [۲۱].

تست تحمل صفرا

$10^8 \times 0/5$ مک‌فارلند) در هر میلی‌لیتر از بافر ایزوتونیک (سرم فیزیولوژی) سوسپانسیون شده، برای بررسی تحمل نمک‌های صفراوی در 10^8 ، نوترینت برات به میزان ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد نمک صفراوی اضافه کرده و در فاصله‌های زمانی ۱ تا ۳ ساعت جذب نوری نمونه‌ها را در طول موج 560 نانومتر اندازه‌گیری شد [۱۲].

مقاومت به اسید و پپسین

برای تعیین مقاومت به اسید و پپسین ابتدا $10^8 \times 0/5$ مک‌فارلند) در هر میلی‌لیتر از بافر ایزوتونیک حاوی ۰/۲ درصد پپسین با $\text{pH} 2$ و نیز $\text{pH} 7$ (به‌عنوان کنترل) سوسپانسیون شد و در انکوباتور قرار گرفت؛ سپس در زمان‌های ۰، ۱، ۲ و ۳ ساعت سنجش پایداری آن‌ها با روش پورپلیت و نیز تعیین جذب نوری نمونه‌ها در طول موج 560 نانومتر بررسی شد. [۱۲].

مقاومت به آنتی‌بیوتیک

در این قسمت مقاومت آنتی‌بیوتیک‌های آموکسی‌سیلین، جنتامایسن، نالیدیک‌سیک‌اسید، تتراسایکلین، لینکومایسین و نئومایسن مطابق استانداردهای گزارش‌شده در سایت CLSI بررسی شد. [۱۲-۲۲].

پیش‌گیری از رشد سویه‌های بیماری‌زا

یک سویه پروبیوتیک خوب در صورت پیش‌گیری از رشد سویه‌های بیماری‌زا می‌تواند در بالا بردن سطح سلامت میزبان مفید باشد. در این آزمایش از سویه‌های

آزمون pH پس از پخت نان

این یافته‌ها با مشخصات باسیلوس کوآگولانس مطابقت داشت، ثابت می‌کند که باکتری مورد نظر همان باسیلوس کوآگولانس است.

برای اندازه‌گیری pH، ۱۰ گرم از خمیر قبل از پخت و ۱۰ گرم مغز نان پخته شده را جداگانه با ۹۰ cc آب مقطر مخلوط کرده روی لرزاننده قرار می‌دهیم تا ترکیب یکنواختی ایجاد شود. pH هرکدام ابتدا با pH سنج تعیین شد، سپس به آرامی به آن NaOH، ۱/۰ نرمال اضافه کرده تا pH آن به ۷ برسد. در این زمان میزان سود اضافه شده برای تعیین TTA (Total Titratable Acidity) از روی بورت مدرج خوانده شد [۲۳].

جدول ۱ تست‌های بیوشیمیایی باسیلوس کوآگولانس

+	رنگ‌آمیزی گرم
+	حرکت
+	کاتالاز
-	تست ایندول
-	هیدرولیز ژلاتین

آزمون نشاسته و قند

جدول ۲ تست تخمیر قندها به وسیله باسیلوس کوآگولانس

+	گلوکوز
+	لاکتوز
+	گالاکتوز
+	فروکتوز
+	مانوز

برای این کار از معرف ید یا لوگل استفاده می‌شود. در حضور ید، نشاسته موجود در محیط با آن واکنش داده و تولید رنگ آبی می‌کند، که نشان‌دهنده هیدرولیز شدن نشاسته است. در آزمایش‌های مثبت می‌توان از روی شدت رنگ تولیدشده میزان هیدرولیز تقریبی را برآورد کرد [۲۴].

برای بررسی میزان قند نمونه از کیت آزمایشگاهی پارس آزمون و دستگاه اسپکتروفوتومتر استفاده شد. ۱۰ میکرولیتر از نمونه را با ۱cc از معرف مخلوط کرده به مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط و یا ۱۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه انکوبه کرده و در بیشترین حالت طی ۶۰ دقیقه، جذب نوری نمونه‌ها در برابر بلانک اندازه‌گیری شد [۲۵].

مقاومت به نمک:

هر دو سویه آزمایش شده در غلظت تا ۵ درصد به میزان ++ رشد داشته و این مقدار در غلظت ۱۰ درصد به + کاهش یافت؛ ولی در ۲۰ درصد نمک هیچ‌گونه کدورتی در لوله‌ها و رشدی در ظرف مشاهده نشد.

مقاومت به گرما:

سویه آزمایش شده توانست دمای ۱۰۰ درجه را به مدت ۲۰ دقیقه تحمل کند و تعداد باکتری‌های زنده پس از پورپلیت برابر و یا بیشتر از ۱۰^۵ تخمین زده شد.

تست تحمل صفرا:

نمودار زیر براساس میزان تحمل باکتری آزمایش شده در مقابل اسیدهای صفراوی گزارش شد، در این آزمون با توجه به طول موج‌های خوانده شده، بیشترین رشد در

۳- یافته‌ها

تست‌های بیوشیمیایی

با آزمایش‌های انجام‌شده مشخص شد این باکتری باسیل گرم مثبت، اسپوردار، متحرک و کاتالاز مثبت است؛ در حالی که ایندول و هیدرولیز ژلاتین آن منفی است. تست تخمیری قندها نیز نشان داد که سویه مورد نظر توانایی تخمیر ۵ قند آزمایش شده را داشته و از آن‌جا که

تست حساسیت نسبت به آنتی بیوتیک‌ها:

نتایج حاصل از بررسی حساسیت آنتیبیوتیکی بیان گر آن است که هر دو سویه نسبت به آنتی بیوتیک‌های انتخابی حساس بوده اما نسبت به آموکسی سیلین مقاوم بودند. همچنین به منظور تعیین میزان دقیق قطر هاله عدم رشد و تطبیق آن با استانداردهای CLSI، از دستگاه آنتی بیوگراف استفاده شد.

(AMX) آموکسی سیلین، (GM)، (TE) تتراسایکلین، (D) داکسی سایکلین، (L) لینکومایسن، (N) نئومایسن

جدول ۳ حساسیت باسیلوس کوآگولانس نسبت به آنتی

بیوتیک‌ها بر اساس قطر هاله عدم رشد (بر حسب mm)

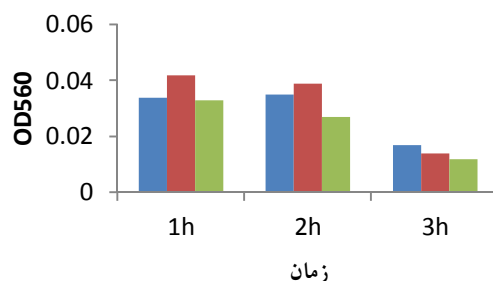
<i>B. coagulans</i>	حساس	ردیف
۲۶	≥ 15	GM
۲۵	≥ 16	D
۱۷		N
۱۹	≥ 16	TE
۱۷		L
۵	≥ 18	AMX

نتیجه اینکه این باکتری نسبت به آموکسیسیلین مقاوم بوده و در مقابل سایر آنتیبیوتیک‌های مورد آزمایش حساسیت نسبی دارد [۲۲].

ممانعت از رشد سویه‌های بیماریزا:

نتایج مربوط به خاصیت ضد میکروبی سویه‌های مورد آزمایش با روش نقطه‌ای و با اندازه‌گیری قطر هاله عدم رشد باکتری‌های اندیکاتور (*Staphylococcus aureus* و *Enterococcus fecalis Ecoli*،) مشخص و معلوم شد که خاصیت ضد میکروبی باسیلوس کوآگولانس بیشترین تاثیر را بر باکتری *Ecoli* دارد.

باسیلوس کوآگولانس در غلظت ۰/۲ درصد صفرا پس از یک ساعت قرارگیری در محیط صفراوی مشاهده شد.

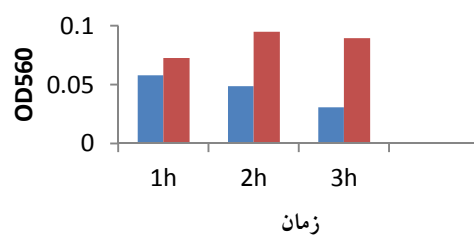


غلظت ۰/۱٪: ■ غلظت ۰/۲٪: ■ غلظت ۰/۳٪: ■

نمودار ۱ جذب نوری غلظت‌های مختلف نمک‌های صفراوی در واحد زمان در طول موج ۵۶۰ نانومتر

مقاومت به اسید و پپسین:

همانطور که از نمودارهای زیر مشخص است، با توجه به طول موج‌های قرائت شده از اسپکترو فوتومتر، سویه مورد نظر توانست در مقابل پپسین و pH 2 پس از ۱ و ۲ ساعت رشد قابل قبولی داشته باشد، اما از رشد آن در ساعت سوم کاسته شده، در عین حال به وضوح نسبت به pH 7 رشد کمتری داشت.



pH 7: ■ pH 2: ■

نمودار ۲ مقاومت باکتری نسبت به اسید در واحد زمان بر اساس میزان جذب نوری

جدول ۴ نتایج روش کشت نقطه‌ای: قطر هاله عدم رشد

برحسب mm

اندیکاتور	<i>B. coagulans</i>
<i>E. coli</i>	۲۰
<i>ST. aureus</i>	۱۷
<i>E. fecalis</i>	۱۸

آزمون نشاسته و قند:

آزمایش انجام شده با استفاده از معرف لوگول، شدت رنگ کمتری را در نمونه نان مورد آزمایش نسبت به خمیر نشان داد، که این امر حاکی از آن است که نشاسته در نان پخته شده توسط باکتری‌های موجود در آن هیدرولیز شده است.



شکل ۱ بررسی میزان نشاسته در نمونه خمیر و نان داری باکتری

اثبات حضور باکتری در نان پخته شده:

پس از نگهداری باکتری‌ها به مدت یک هفته در یخچال و کشت و انجام پورپلیت مشخص شد که بطور میانگین 10^5 سلول در هر گرم از نان زنده باقی مانده‌اند، اما شکل آن‌ها در اثر این ماندگاری تغییر یافته و به حالت رشته‌ای در آمده بود.

جدول ۵ تعداد باکتری در هر گرم از نمونه (CFU/m)

ردیف	تعداد باکتری در خمیر ترش	تعداد باکتری در نان	تعداد باکتری پس از یک هفته
۱	$10^1 \times 1$	$10^5 \times 5$	$10^5 \times 7$
۲	$10^1 \times 1$	$10^5 \times 4$	$10^5 \times 3$
۳	$10^1 \times 1$	$10^5 \times 5$	$10^5 \times 5$
میانگین	$10^1 \times 1$	$10^5 \times 4/6$	$10^5 \times 29$
SD	.	$10^5 \times 0/82$	$10^5 \times 20/5$

آزمون pH

در ۴ حالت خمیر مورد بررسی قرار گرفت، نتایج به صورت زیر گزارش شد: (میزان سود اضافه شده به 10° محلول) (Total Titratable Acidity=TTA).

جدول ۶ میزان pH در نمونه‌های مورد آزمایش

ردیف	خمیر ور نیامده	خمیر ور آمده	خمیر+باکتری	نان
pH	۵	۴/۵	۴	۵
TTA	۶	۸	۸	۶

و نتایج به دست آمده برای تست قند بیانگر آن است که باکتری، نشاسته موجود را تجزیه کرده و باعث افزایش میزان قند پس از پخت نان می‌شود: (جذب نوری با استفاده از اسپکتروفوتومتر و در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد).

۴- بحث

با توجه به اینکه نان یکی از غذاهای اصلی محسوب می‌شود، استفاده از یک پروبیوتیک خوب و مقاوم به شرایط سخت محیطی در آن، میتواند کمک شایانی به بهبود و پیشرفت سلامت جامعه نماید.

پژوهشگر علوم صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس (ناصر پوراسماعیل) طی تحقیقی در سال ۸۹ موفق به ارائه فرمولاسیون و همچنین تولید نان پریبیوتیک بدون گلوتن با استفاده از آنزیم ترانس گلوتامیناز و هیدروکلونیدهای گوآر و زانتان شد [۱۷]. در سال ۲۰۰۷ نیز تحقیقی در سوئد انجام شد، برای استفاده از باکتری‌های پروبیوتیک در نان‌های حجیم، در این تحقیق از انواعی از لاکتوباسیلوس‌ها استفاده شد، اما از آنجا که این باکتری‌ها فاقد اسپور هستند، قادر به تحمل دمای پخت نبوده و از بین می‌روند، لذا در این تحقیق باکتری‌های مورد نظر به صورت محلول، به‌طور پاششی و یا تزریقی به مرکز نان پس از پخت و رسیدن دمای نان به ۴۰-۴۵ درجه به آن اضافه شده. [۱۸]

در سال ۲۰۱۰ نیز شرکت Genden Biotec در امریکا موفق به شناسایی و معرفی سویه ای از باسیلوس کوآگولانس تحت عنوان Genden BC30 (Bacillus coagulans GBI-30, 6086) شد که در هر نوع ماده غذایی پختنی قابل استفاده میباشد [۲]، ولی از آنجا که این باکتری تحت انحصار موسسه مذکور است دسترسی به آن در شرایط فعلی امکان پذیر نمی‌باشد، لذا در این تحقیق سعی شد آزمایشاتی روی باکتری موجود انجام شده و قابلیت استفاده از آن در مواد پختنی بخصوص نان‌های حجیم مورد بررسی قرار گیرد، پتانسیل‌های کاربردی بیشتری برای پروبیوتیک‌ها وجود دارد که نیازمند تحقیقات

جدول ۷ بررسی کاهش قند بر اساس جذب نوری

جذب نوری nm۵۲۰	ردیف
۲۳۳	خمیر
۱۱۶	نان دارای پروبیوتیک
۱۰۰	نان فاقد پروبیوتیک

ماندگاری نان و بقای باکتری:

برای بررسی بقای باکتری در نان، قسمتی از آن در فریزر (-۱۷درجه)، قسمتی در یخچال (۴درجه) و قسمتی نیز در دمای محیط قرار گرفت، پس از یک هفته نمونه‌ها مجدداً مورد سنجش قرار گرفتند، از هر قسمت برداشت کرده، رقت تهیه شد و به روش پورپلیت کشت داده شد، وجود باسیلوس کوآگولانس در هر ۳ نمونه تایید شد. شایان ذکر است که نمونه تهیه شده با پروبیوتیک نسبت به نمونه شاهد فاقد باکتری، در طول این مدت از مرغوبیت و تازگی بیشتری برخوردار بود.

ارزیابی حسی:

نمونه غنی سازی شده به همراه یک نمونه شاهد فاقد باکتری، از لحاظ کیفی (ویژگی‌های خارجی و بافت داخلی نان) از جمله حجم، رنگ، عطر و طعم نان توسط کارشناسان غلات مورد بررسی قرار گرفته و مشخص شد که نمونه غنی سازی شده از هر لحاظ کیفیت بالاتر و مطلوب‌تری نسبت به نمونه شاهد داشته است.

جدول ۸ نتایج حاصل از آزمون ذائقه سنجی

ویژگی‌ها	نمونه شاهد		نمونه غنی شده	
	جمع امتیاز	میانگین	جمع امتیاز	میانگین
رنگ نان	۹۵	۴/۷۵	۹۷	۴/۸۵
پوکی و تخلخل	۸۸	۴/۴	۹۲/۵	۴/۶۲
بافت نان	۸۸	۴/۴	۹۰/۵	۴/۵۲
قابلیت جویدن	۹۱	۴/۵۵	۹۳/۵	۴/۶۷
بو، طعم، مزه	۸۸	۴/۴	۹۲	۴/۶
امتیاز نهایی	۴۵۰		۴۶۵/۵	

site trial to evaluate the effects of a Bacillus coagulans-based product on functional intestinal gas symptoms. BMC Gastroenterology

[۸] ملک زاده، ف. ۱۳۸۵- بیوتکنولوژی میکروبی (جلد دوم). انتشارات دانشگاه تهران. ۴۹۰

[9] Providence food company: Makers of Synflora™ Functional Food Products

[10] Dolin BJ. (2009). Effects of a proprietary Bacillus coagulans preparation symptoms of diarrhea a predominant irritable bowel syndrome

[11] Laird Joyce. (2010). New advances in baking with probiotics

[12] Ratna Sudha, M. (2010). Molecular Typing and Probiotic Attributes of a New Strain of Bacillus coagulans –Unique IS-2: a Potential Biotherapeutic Agent. Genetic Engineering and Biotechnology Journal

[13] Sabinsa Corporation. (2010): www.lactospore.com/back2.htm.

[14] Sreekumar. G and Krishnan Soundarajan. (2010). Isolation and characterization of probiotic Bacillus subtilis SK09 from dairy effluent. Indian Journal of Science and Technology (Vol. 3 No. 8)

[15] Mande David. R ' Eichas Katy. (2010). Bacillus coagulans: a viable adjunct therapy for relieving symptoms of rheumatoid arthritis according to a randomized

و بررسی‌های عمیق و بیشتری برای رسیدن به فردایی بهتر در استفاده از این باکتری‌های مفید میباشد. [۳]

۵- مراجع

[1] FAO/WHO. (2001). Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria.

[2] Gandane Lab: (2008) Ganeden Biotech, Inc.

[3] De Vecchi E and Drago L. (2006). Lactobacillus sporogenes or Bacillus coagulans: misidentification or mislabelling? International Journal of Probiotics and Prebiotics Vol. 1, No. 1, pp. 3-10

[4] Duc. Le H, Huynh A. (2004). Characterization of Bacillus Probiotics Available for Human Use, American Society for Microbiology

[5] Maathuis A. J. H, Keller. D and Farmer. S. (2009). Survival and metabolic activity of the GanedenBC³⁰ strain of Bacillus coagulans in a dynamic in vitro model of the stomach and small intestine

[6] Baron. Mira, MD. (2009). A Patented Strain of Bacillus coagulans Increased Immune Response to Viral Challenge.

[7] Douglas. S, Kalman, et al. (2009). A prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled parallel-group dual

- [23] Darrell Greenwood, (2004). How does one measure the ph of sourdough, web4 (at) telus. net
- [۲۴] اشرفی، ف. (۱۳۸۵) میکروبیولوژی عملی. احسن. تهران. ۲۷۰
- [25] Thomas, L. (1998). Clinically laboratory diagnostics. 1sted. Frankfurt: TH-Books Verlagsgesellschaft. 131-7
- [۲۶] دمشقیان، م. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر باکتری‌های اسید لاکتیک در کاهش کلسترول و توان کلونیزاسیون باکتری‌های انتروتوکسیژنیک. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
- [16] Yuan Kun Lee (2009). Hand Book of Probiotics & prebiotics. 2nd Edition. Published by John Wiley & Sons, Inc. , Hoboken, New Jersey
- [۱۷] پوراسماعیل، ن. ۱۳۸۹. فورمولاسیون و ساخت نان فاقد گلوتن با استفاده از آنزیم‌های ترنس آمیناز و هیدروکلونیداز گوار وزانتان. پایان نامه کارشناس ارشد. رشته صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس
- [18] WO. (2007) Probiotic Bread & method of its production
- [19] Hoque. M. Z. (2010). Identification and Analysis of Probiotic Properties of *Lactobacillus Spp.* From Selective Regional Yoghurts. World Journal of Dairy & Food Sciences, Corresponding Author:, Biotechnology and Genetic Engineering Discipline, Khulna University, Isolation,
- [20] *Lactobacillus Sporogenes. Bacillus coagulans* A superior Probiotic. mht
- [21] Palop, A. (1997). Occurrence of a Highly Heat-Sensitive Spore Subpopulation of *Bacillus coagulans* STCC 4522 and Its Conversion to a More Heat-Stable Form. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, , p. 2246–2251
- [22] Franklin, R. (2009). Summary Minutes Subcommittee on Antimicrobial Susceptibility Testing. CLSI (Clinical & Laboratory Standards Institute)