مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال سیزدهم، شماره 4، زمستان 1397، صفحات 96-89

ارزیابی اثرات پری‌بیوتیکی فیبرهای حاصل از ضایعات آناناس، انار و گندم در ماست سین‌بیوتیک حاوی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5

سعید قاسمی[1]، الهام مهدیان[2]

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران
2- نویسنده مسئول: استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران. پست الکترونیکی: emahdian2000@yahoo.com

تاریخ دریافت: 96/8/17 تاریخ پذیرش: 97/1/16

چکیده

سابقه و هدف: فیبرهای حاصل از ضایعات میوه‌ها و غلات منابع پری‌بیوتیکی با ارزشی در تهیه محصولات سین‌بیوتیکی مختلفی مانند ماست هستند. هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی اثرات پری‌بیوتیکی فیبرهای حاصل از ضایعات آناناس، انار و گندم در ماست حاوی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 است.

مواد و روش‌ها: فیبرهای حاصل از ضایعات آناناس، انار و گندم در غلظت‌های 0، 0/5، 1 و 1/5 درصد در تهیه ماست حاوی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 استفاده شدند. اثرات این فیبرها بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ماست‌ها و همچنین زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 بررسی شدند.

یافته‌ها: تفاوت معنی‌داری در خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماست‌ها بین گروه‌های مختلف وجود نداشت ($P>0/05$). تفاوت معنی‌داری در خصوصیات حسی ماست‌ها بین گروه‌های مختلف مشاهده شد ($P<0/05$). به‌طور کلی، زنده‌مانی باکتری در حضور فیبرها از وضعیت بهتری برخوردار بود. با وجود تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های مختلف در هر روز، حداکثر اثرات مثبت و معنی‌دار فیبرها در ماست‌ها بر زنده‌مانی باکتری در مقایسه با گروه شاهد در روز 14 قابل مشاهده بودند. در این روز تمام ماست‌های حاوی فیبرها تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد باکتری در مقایسه با گروه شاهد داشتند ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: استفاده از فیبرهای آناناس، انار و گندم به‌عنوان ترکیبات پری‌بیوتیک می‌توانند زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک در ماست را افزایش دهند و اثرات مثبتی بر مقبولیت این محصول داشته باشند.

واژگان کلیدی: فیبر آناناس، فیبر انار، فیبر گندم، *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5، ماست

• مقدمه

در حال حاضر تقاضا برای استفاده از محصولات غذایی سالم به‌دلیل تمایل افراد به حفظ سلامتی رو به افزایش است. محصولات غذایی فراسودمند، به‌واسطه افزودن برخی از مواد اثرات مثبت و فواید فیزیولوژیک بیشتری در حفظ سلامتی و پیشگیری از برخی بیماری‌ها در انسان دارند (1). محصولات غذایی تخمیری حاصل از شیر مانند ماست به‌عنوان ترکیبات سین‌بیوتیکی مناسبی در نظر گرفته می‌شوند که این امر ناشی از حضور باکتری‌های زنده موجود در ترکیب آن‌ها است و فعالیت‌های زیستی قابل توجهی را در بدن موجب می‌شوند (1-5). پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که حضور آن‌ها به مقدار کافی جهت حفظ اثرات سلامتی بر بدن مصرف‌کننده نیاز است. *لاکتوباسیلوس* (*Lactobacillus*) و *بیفیدوباکتریوم* (*Bifidobacterium*) رایج‌ترین باکتری‌های پروبیوتیک قابل استفاده هستند (7، 6، 4، 3). علی‌رغم نقش مهم این میکروارگانیسم‌های غذایی در سلامت مصرف‌کنندگان بقای این عوامل در ماست اندک است. بنابراین تداوم حضور این میکروارگانیسم‌ها امری ضروری در تهیه محصولات پروبیوتیکی می‌باشد. روش‌های مختلفی مانند کپسول‌دار کردن میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک، افزودن برخی آنزیم‌ها و پری‌بیوتیک‌ها با هدف تداوم بقای پروبیوتیک‌ها توصیه

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-15]

می‌شوند (1). پری‌بیوتیک‌ها افزودنی‌های غذایی و به‌عبارتی ترکیبات غیر قابل هضم (قابلیت هضم اندک) و مقاوم به آنزیم‌های دستگاه گوارش انسان هستند که تحت تأثیر تخمیر میکروارگانیسم‌های روده بزرگ قرار می‌گیرند و یک منبع غذایی مناسب جهت رشد و عملکرد پروبیوتیک‌ها می‌باشند. منابع پری‌بیوتیکی مختلفی مانند سویا، برخی میوه‌ها، سبزی‌ها و غلات به این منظور استفاده می‌شوند. عملکرد الیگوساکارید موجود در دانه گندم به‌عنوان یک پری‌بیوتیک، به‌واسطه افزایش باکتری‌های مفید ساکن در روده بزرگ و در نتیجه حفظ سلامت روده و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی مرتبط با گروه‌های فنولیک این الیگوساکاریدها است (2). انار یکی از میوه‌های ارزشمندی می‌باشد که بسیاری از خواص مفید آن در درمان برخی از بیماری‌ها بررسی شده است. بخش عمده فعالیت پری‌بیوتیکی انار با تانن‌ها، آنتوسیانین‌ها و ترکیبات فنولی آن مرتبط است. ترکیبات پلی‌فنولی انار موجب افزایش رشد باکتری‌های پروبیوتیک گونه‌های *لاکتوباسیلوس* و *بیفیدوباکتریوم* می‌شوند (10-8). آناناس حاوی عوامل پری‌بیوتیکی مناسبی برای عملکرد باکتری‌های مولد اسید لاکتیک است که باعث افزایش تولید و فعالیت پروتئازها، آزادسازی ترکیبات پروتئینی در محصولاتی مانند ماست و در نتیجه بهبود ارزش غذایی این محصولات می‌شوند. علاوه بر این وجود فیبر، پروتئین و مواد معدنی مختلف در ترکیب آناناس موجب افزایش رشد و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک گونه‌های *لاکتوباسیلوس* می‌شوند (11، 1). بنابراین به‌نظر می‌رسد فیبرهای حاصل از ضایعات میوه‌ها و غلات در ترکیب محصولات غذایی به‌عنوان روشی برای استفاده بهینه در جهت تولید محصولی با ارزش تغذیه‌ای بالاتر مطرح است که اثرات مثبتی بر برخی ویژگی‌ها از جمله افزایش قابلیت زیستی پروبیوتیک‌ها و تحریک رشد آن‌ها، افزایش تولید اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه، بهبود بافت و بهبود احساس دهانی دارند. مطالعات بیشتری به‌منظور شناسایی این خواص با هدف استفاده در تولید و فرآوری محصولات غذایی نیاز است. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثرات پری‌بیوتیکی فیبرهای حاصل از ضایعات آناناس، انار و گندم در ماست سین‌بیوتیک حاوی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 طراحی شده است.

• مواد و روش‌ها

در این مطالعه از شیر 1/5 درصد چربی (شرکت کاله، آمل)، استارتر FD-DVS nu-trish LA-5 (استارتر پروبیوتیک) و استارتر FD-DVS YC-X 11 (استارتر ماست) هر دو (شرکت Chr. Hansen، دانمارک) استفاده شد.

فعال‌سازی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5: زمان فعال‌سازی و رسیدن به پیک رشد برای این باکتری با توجه به اندازه‌گیری کدورت سلولی در فواصل زمانی 2 ساعته از کشت، برابر 8 ساعت به دست آمد. بر این اساس مقدار معینی از گرانول‌های کشت خالص لیوفلیزه در 25 میلی‌لیتر محیط کشت MRS براث استریل تلقیح و در دمای 37 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 2 ساعت گرم‌خانه‌گذاری شد. سپس به 75 میلی‌لیتر محیط کشت MRS براث استریل جدید انتقال داده و در دمای 37 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 8 ساعت گرم‌خانه‌گذاری شد. در نهایت داخل 150 میلی‌لیتر محیط کشت MRS براث استریل جدید انتقال داده و در دمای 37 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 8 ساعت گرم‌خانه‌گذاری شد. در نتیجه محیط کشتی به دست آمد که با رقیق‌سازی و انجام کشت به روش پورپلیت در محیط کشت MRS آگار معلوم شد که هر میلی‌لیتر محیط کشت حاوی تعداد مناسب (10^8-10^9) سلول زنده بود. این محیط کشت حاوی باکتری داخل لوله‌های سانتریفیوژ به‌طور یکسان ریخته و در دمای 4 درجه سانتی‌گراد با دور g 4500 به‌مدت 5 دقیقه سانتریفیوژ شد و توده سلولی بعد از خارج ساختن محیط مایع اضافی به دست آمد. این توده سلولی با مقدار مشخصی از محلول پپتون واتر 0/1 درصد استریل جمع‌آوری و به میزان معینی به هر تیمار اضافه شد.

آماده‌سازی استارتر ماست: برای آماده‌سازی استارتر ماست، طبق دستورالعمل شرکت سازنده آن ابتدا مقدار مشخصی از محتوی بسته به ازای مقدار شیری که باید تبدیل به ماست می‌گردید، وزن شد. سپس با 20 میلی‌لیتر شیری که از قبل تا دمای حدود 85 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 15 دقیقه حرارت دیده بود و دمای آن بعد از سرد شدن به حدود 45 درجه سانتی‌گراد رسیده بود، مخلوط شد و به‌مدت 20 دقیقه داخل گرم‌خانه با دمای 43 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. بعد از این زمان مخلوط به شیر آماده‌سازی شده برای هر نمونه اضافه گردید.

آماده‌سازی فیبرهای آناناس، انار و گندم: پوست‌های آناناس و انار پس از شستشو با آب معمولی با دمای حدود 30 درجه سانتی‌گراد و آبکش کردن، در دمای 60 درجه سانتی‌گراد در آون خشک و به‌طور مجزا توسط آسیاب به ذرات پودری با قطر 80 میکرومتر تبدیل شدند. سبوس گندم نیز توسط آسیاب به ذرات پودری با قطر 80 میکرومتر تبدیل شد.

روش تهیه ماست: برای تولید ماست، ابتدا شیر در حمام آب گرم تا دمای 50 درجه سانتی‌گراد گرم شد. سپس فیبرهای

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-15]

تهیه شده به میزان صفر (شاهد)، 0/5، 1 و 1/5 درصد به شیر اضافه شد. مخلوط شیر و فیبر در دمای 85 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 15 دقیقه در حال هم‌زدن متناوب، پاستوریزه و در نهایت شیر تا دمای 45 درجه سانتی‌گراد سرد شد. استارتر آماده‌سازی شده ماست و توده سلولی (باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5) فعال‌سازی شده به هر تیمار اضافه و خوب مخلوط گردیدند. نمونه‌ها داخل ظروف پلاستیکی درب‌دار با حجم 200 میلی‌لیتر توزیع و در گرم‌خانه با دمای 43 درجه سانتی‌گراد به‌مدت حدود 4 ساعت قرار داده شدند تا pH نمونه‌ها به حدود 4/4 تا 4/7 برسد. نمونه‌های ماست در دمای 5 درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شدند.

اندازه‌گیری pH: برای اندازه‌گیری pH نمونه‌های ماست، مطابق استاندارد ملی ایران شماره 2852، یک روز پس از تولید الکترود pH متر مستقیم در داخل نمونه‌ها قرار گرفت و خوانده شد (12).

اندازه‌گیری اسیدیته: اسیدیته نمونه‌های ماست در حضور معرف فنول‌فتالئین از طریق تیتر کردن با هیدروکسید سدیم 0/1 نرمال تا ظهور رنگ صورتی کم‌رنگ اندازه‌گیری شد و اسیدیته بر حسب درصد اسید لاکتیک یک روز پس از تولید، مطابق استاندارد ملی ایران شماره 2852، محاسبه شد (12).

اندازه‌گیری میزان آب‌اندازی: یک روز پس از تولید، 12/5 گرم از نمونه‌های ماست در لوله‌های سانتریفیوژ وزن و به‌مدت 30 دقیقه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد با دور 3000 g سانتریفیوژ شدند. سپس فاز مایع جدا و لوله‌ها دوباره وزن شدند. از نسبت وزن فاز مایع جدا شده به وزن ماست اولیه میزان آب‌اندازی بر حسب درصد به دست آمد (13).

شمارش باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5: ابتدا محیط کشت MRS آگار تهیه شد. مقدار 0/15 درصد نمک صفراوی، جهت جلوگیری از رشد باکتری‌های آغازگر ماست به این محیط کشت اضافه شد تا فقط باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 رشد کند. سپس 1 گرم از نمونه‌های ماست در شرایط استریل با 9 میلی‌لیتر محلول پپتون واتر 0/1 درصد استریل رقیق‌سازی شد. مجموعه رقت‌ها با افزایش 1 میلی‌لیتر از هر رقت به 9 میلی‌لیتر محلول پپتون واتر 0/1 درصد استریل تهیه شدند. سپس 1 میلی‌لیتر از هر رقت مورد نظر در محیط کشت MRS آگار حاوی 0/15 درصد نمک صفراوی به روش پورپلیت کشت داده شدند. پلیت‌ها به گرم‌خانه با دمای 37 درجه سانتی‌گراد به‌مدت 72 ساعت منتقل شدند. بعد از این مدت کلنی‌ها در هر پلیت شمارش شدند. شمارش باکتری در روزهای 1، 7، 14 و 21 پس از تولید انجام شد (14).

ارزیابی حسی: خصوصیات حسی ماست‌ها، یک روز پس از تولید توسط 8 نفر به‌عنوان ارزیاب با استفاده از روش هدونیک 5 امتیازی از نظر طعم، احساس دهانی (بافت دهانی)، بافت غیر دهانی و پذیرش کلی ارزیابی شدند. به نمونه‌ها نمرات خیلی خوب (5)، خوب (4)، متوسط (3)، بد (2) و خیلی بد (1) تعلق گرفت (15).

تجزیه و تحلیل آماری: نتایج از نظر نرمال بودن بررسی شدند. از نرم‌افزار آماری SPSS ویراست 24 به‌منظور ارزیابی یافته‌های این مطالعه استفاده گردید. با توجه به نرمال بودن نتایج از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) و در صورت معنی‌داری از آزمون تعقیبی Tukey استفاده شد. مقادیر $P<0/05$ معنی‌دار لحاظ شد.

• یافته‌ها

میزان pH، اسیدیته و آب‌اندازی: اختلاف معنی‌داری در pH، اسیدیته و آب‌اندازی ماست‌ها بین گروه‌های مختلف وجود نداشت ($P>0/05$) (جدول 1).

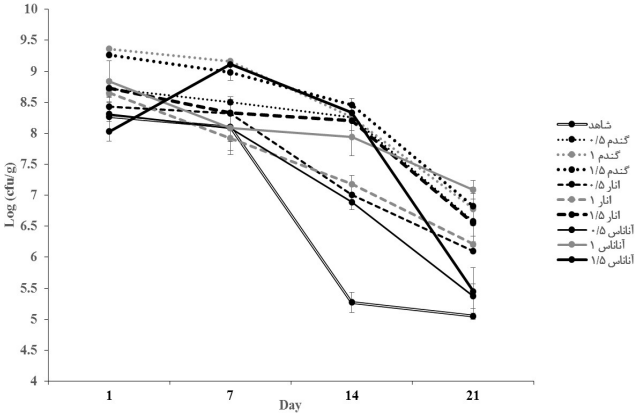
جدول 1. اثرات فیبرهای مختلف بر pH، اسیدیته و آب‌اندازی ماست‌ها

نوع و درصد فیبر	pH (Mean±SE)	اسیدیته% (Mean±SE)	آب‌اندازی% (Mean±SE)
شاهد (0)	4/53±0/10	0/715±0/02	65/88±1/32
گندم 0/5	4/71±0/09	0/715±0/03	65/76±0/16
گندم 1	4/74±0/14	0/730±0/04	64/00±1/60
گندم 1/5	4/82±0/10	0/680±0/05	68/88±1/52
انار 0/5	4/68±0/05	0/705±0/07	63/32±0/12
انار 1	4/78±0/10	0/730±0/01	64/16±0/96
انار 1/5	4/74±0/07	0/755±0/10	65/72±1/48
آناناس 0/5	4/51±0/03	0/710±0/04	65/88±2/12
آناناس 1	4/53±0/02	0/760±0/02	67/20±0/80
آناناس 1/5	4/51±0/01	0/785±0/00	67/44±0/56

اعداد هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند ($P>0/05$).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-15]

اثر بر زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5: ارزیابی آماری نتایج نشان داد زمان اثر معنی‌داری بر زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 داشت (P<0/05). این زمان برای مجموع تعداد باکتری تمام ماست‌های گروه‌های مختلف در هر روز است. بدین ترتیب که در روز 1 حداکثر تعداد باکتری قابل شمارش بود و سپس به‌تدریج از روز 7 تا روز 14 کاهش یافت و در روز 21 به حداقل مقدار خود رسید که در مقایسه با 3 روز دیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<0/05). اختلاف معنی‌داری هم بین روز 1 و روز 7 با روز 14 وجود داشت (P<0/05)، اما بین روز 1 و روز 7 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>0/05). به‌طور کلی، زنده‌مانی باکتری در حضور فیبرها از وضعیت بهتری برخوردار بود. با وجود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مختلف در هر روز، حداکثر اثرات مثبت و معنی‌دار فیبرها در ماست‌ها بر زنده‌مانی باکتری در مقایسه با گروه شاهد در روز 14 قابل مشاهده بودند. علی‌رغم تفاوت بین نوع فیبرها و مقادیر آن‌ها، در این روز تمام ماست‌های حاوی فیبرها، اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد باکتری در مقایسه با گروه شاهد داشتند (P<0/05). مقایسه ماست‌ها در زمان‌های مختلف انجام شد. نتایج نشان داد در روز 1 ماست حاوی 1 درصد فیبر گندم بیشترین و ماست حاوی 1/5 درصد فیبر آناناس کمترین، در روز 7 ماست حاوی 1 درصد فیبر گندم بیشترین و ماست حاوی 1 درصد فیبر انار کمترین، در روز 14 ماست حاوی 1/5 درصد فیبر گندم بیشترین و ماست شاهد کمترین و در روز 21 ماست حاوی 1 درصد فیبر آناناس بیشترین و ماست شاهد کمترین اثرات را بر زنده‌مانی باکتری داشتند. در مجموع دوره مطالعه هم مقایسه ماست‌ها انجام شد. به ترتیب ماست‌های حاوی 1 درصد فیبر گندم (بیشترین)، 1/5 درصد فیبر گندم، 0/5 درصد فیبر گندم، 1 درصد فیبر آناناس، 1/5 درصد فیبر انار، 1/5 درصد فیبر آناناس، 1 درصد فیبر انار، 0/5 درصد فیبر انار، 0/5 درصد فیبر آناناس و ماست شاهد (کمترین) اثرات را بر زنده‌مانی باکتری داشتند (جدول 2، شکل 1).



شکل 1. روند تغییرات تعداد باکتری پروبیوتیک طی زمان

ارزیابی حسی: اختلاف معنی‌داری در طعم و همچنین احساس دهانی ماست‌ها بین گروه‌های مختلف مشاهده شد (P<0/05). بیشترین امتیاز طعم و احساس دهانی اختصاص به ماست‌های حاوی 0/5 درصد فیبرهای آناناس، انار و کمترین امتیاز اختصاص به ماست حاوی 1/5 درصد فیبر گندم داشت. اختلاف معنی‌داری از نظر کیفیت بافت ماست‌ها بین گروه‌های مختلف مشاهده شد (P<0/05). بیشترین امتیاز کیفیت بافت مربوط به ماست‌های حاوی 0/5 درصد فیبرهای انار، گندم، 1 درصد فیبر گندم و کمترین امتیاز مربوط به ماست حاوی 1/5 درصد فیبر انار بود. اختلاف معنی‌داری هم از نظر پذیرش کلی ماست‌ها بین گروه‌های مختلف وجود داشت (P<0/05). به‌طوری‌که بیشترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به ماست حاوی 1 درصد فیبر گندم و کمترین امتیاز مربوط به ماست حاوی 1/5 درصد فیبر انار بود (جدول 3).

جدول 2. میانگین‌های مقادیر شمارش باکتری پروبیوتیک (Log (cfu/g)±SE) تحت تأثیر فیبرهای مختلف در ماست‌ها

نوع و درصد فیبر	روز 1	روز 7	روز 14	روز 21
شاهد (0)	8/27±0/23^{ab}	8/10±0/02^{abc}	5/27±0/16^{a}	5/05±0/05^{a}
گندم 0/5	8/72±0/13^{abc}	8/50±0/04^{abc}	8/26±0/03^{d}	6/58±0/51^{bc}
گندم 1	9/36±0/00^{c}	9/16±0/00^{c}	8/26±0/22^{d}	6/78±0/25^{bc}
گندم 1/5	9/26±0/00^{bc}	8/98±0/13^{abc}	8/46±0/10^{d}	6/82±0/31^{bc}
انار 0/5	8/43±0/00^{abc}	8/32±0/02^{abc}	7/01±0/02^{b}	6/10±0/03^{abc}
انار 1	8/65±0/22^{abc}	7/92±0/20^{a}	7/18±0/14^{bc}	6/21±0/04^{abc}
انار 1/5	8/73±0/12^{abc}	8/33±0/26^{abc}	8/20±0/00^{d}	6/55±0/21^{bc}
آناناس 0/5	8/31±0/27^{ab}	8/08±0/22^{ab}	6/89±0/12^{b}	5/37±0/20^{ab}
آناناس 1	8/84±0/33^{abc}	8/08±0/43^{ab}	7/94±0/30^{cd}	7/09±0/15^{c}
آناناس 1/5	8/03±0/16^{a}	9/11±0/00^{bc}	8/33±0/14^{d}	5/45±0/38^{ab}

اعداد هر ستون که حروف مشابه ندارند اختلاف معنی‌داری دارند (P<0/05).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-15]

جدول 3. اثرات فیبرهای مختلف بر طعم، احساس دهانی، بافت و پذیرش کلی ماست‌ها

نوع و درصد فیبر	طعم	احساس دهانی	بافت	پذیرش کلی
شاهد (0)	4/63^{cd}	4/50^{bc}	4/75^{b}	4/63^{d}
گندم 0/5	4/63^{cd}	4/50^{bc}	5/00^{b}	4/88^{d}
گندم 1	3/63^{b}	3/75^{b}	5/00^{b}	5/00^{d}
گندم 1/5	2/63^{a}	2/75^{a}	4/38^{b}	4/63^{d}
انار 0/5	5/00^{d}	5/00^{c}	5/00^{b}	3/38^{bc}
انار 1	4/00^{bc}	3/88^{b}	4/25^{ab}	3/13^{b}
انار 1/5	4/25^{bcd}	4/00^{b}	3/38^{a}	2/13^{a}
آناناس 0/5	5/00^{d}	5/00^{c}	4/63^{b}	4/75^{d}
آناناس 1	3/88^{bc}	3/88^{b}	4/38^{b}	4/38^{d}
آناناس 1/5	4/00^{bc}	3/75^{b}	4/13^{ab}	4/25^{cd}

اعداد هر ستون که حروف مشابه ندارند اختلاف معنی‌داری دارند ($P<0/05$).

• بحث

میزان pH، اسیدیته و آب‌اندازی به‌عنوان بخشی از خواص فیزیکوشیمیایی مهم ماست در این مطالعه بررسی شدند که اختلاف معنی‌داری در ماست‌ها بین گروه‌های مختلف مشاهده نشد. شرایط ماندگاری، افزایش فعالیت متابولیکی باکتری‌ها، مصرف لاکتوز، تولید اسید لاکتیک، تجزیه اسیدهای چرب و ترکیبات مختلف فیبرها نظیر پکتین‌ها، نوع، درصد و خواص فیبرهای مورد استفاده می‌توانند در تغییرات pH و اسیدیته طی نگهداری ماست مؤثر باشند (18-16). در مطالعه‌ای نشان داده شد که تفاوت معنی‌داری بین ماست‌های تحت تیمار با فیبرهای گندم، سیب، بامبو و اینولین در مقایسه با گروه کنترل در مقادیر pH وجود ندارد (19). همچنین نتایج مطالعه دیگری نشان داد که افزودن 1 درصد فیبر آناناس به ماست موجب افزایش معنی‌دار مقادیر اسیدیته شد در حالی‌که بر روی pH اثر معنی‌داری نداشت (1). کاهش معنی‌دار pH تحت تأثیر افزایش فیبر گندم در ماست گزارش شده است (20). در مطالعه‌ی دیگری استفاده از فیبر پرتقال اثر معنی‌داری بر مقادیر pH و اسیدیته ماست نداشت (21). یکی از نکات قابل توجه در استفاده از فیبر، افزایش ظرفیت نگهداری آب و به‌عبارتی کاهش درصد آب‌اندازی است که این امر به خاصیت جذب آب توسط فیبر و اثر فیبر بر ویسکوزیته ماست نسبت داده می‌شود (23، 22، 18، 4). کاهش میزان آب‌اندازی تحت تأثیر فیبر پرتقال در ماست توسط عظیمی و همکاران گزارش شده است (21). به‌نظر می‌رسد میزان فیبر اضافه شده نیز در تغییرات مقادیر آب‌اندازی تأثیرگذار باشد. به‌طوری‌که افزودن فیبر انگور تا 2 درصد به ماست، اثری بر نگهداری رطوبت نداشت اما در حضور 4 و 5 درصد فیبر انگور کاهش معنی‌داری در درصد آب‌اندازی مشاهده شد (16).

یکی از نکات مهم در هنگام کاربرد پروبیوتیک‌ها در تهیه محصولات فراسودمند حضور تعداد مناسب میکروارگانیسم‌های زنده پروبیوتیکی طی دوره تولید و نگهداری محصول است. *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* یکی از رایج‌ترین میکروارگانیسم‌های مورد استفاده به‌عنوان پروبیوتیک است که کاربرد گونه‌های مختلف آن در تولید فرآورده‌های شیری تخمیری از اواخر دهه 1970 مرسوم شد. محدوده مناسب تعریف شده 10^{6}-10^{8} cfu/g است (24). در مطالعه حاضر اثرات مثبت استفاده از فیبرها بر زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La-5 مشاهده شد. همچنین گذشت زمان نیز اثر معنی‌داری بر زنده‌مانی باکتری داشت به‌طوری‌که مقادیر باکتری در روز 21 کاهش معنی‌داری نشان داد. Li و همکاران عنوان کردند انار موجب رشد باکتری‌های گونه‌های *لاکتوباسیلوس* و *بیفیدوباکتریوم* و کاهش جمعیت باکتری‌های مضر روده می‌شود (9). خان‌بگی و همکاران نشان دادند افزودن عصاره پوست انار به آب‌میوه موجب افزایش زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک خواهد شد (25). این اثر مثبت انار می‌تواند با ترکیبات و به‌ویژه پلی‌فنول‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجه پوست آن مرتبط باشد (25، 9). Sah و همکاران اثر معنی‌دار فیبر آناناس در ماست را بر افزایش زنده‌مانی 3 باکتری پروبیوتیک از جمله *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* گزارش کردند. اثرات مثبت فیبر آناناس بر بقای باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* می‌تواند به‌دلیل حضور مقادیر قابل توجهی از انواع ترکیبات مغذی مانند پروتئین‌ها، چربی‌ها، مواد معدنی، کاتیون‌ها، عوامل رشد و خاصیت بافری باشد (11، 1). با توجه به مطالعه حاضر به‌نظر می‌رسد ماهیت باکتری، نوع فیبر و مقادیر به‌کار رفته آن بر بقای پروبیوتیک‌ها مؤثر باشند به‌طوری‌که فیبر گندم، اثرات مناسب‌تری بر زنده‌مانی باکتری در مجموع دوره مطالعه داشت. در توجیه این

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-15]

امر می‌توان به این نکته اشاره کرد که فیبر گندم دارای نشاسته و مواد ازته بیشتری است که ممکن است موجب افزایش رشد پروبیوتیک‌ها شود. زمردی و همکاران نشان دادند استفاده از مقادیر مختلف فیبرهای گندم و سیب در ماست دارای اختلاف معنی‌داری بر زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* است که این امر تحت تأثیر نوع و مقدار فیبر قرار دارد (22). توکلی بیان داشت درصد افزودن فیبرهای گندم و جو و درصد تلقیح باکتری به ماست ارتباط معنی‌داری بر بقای *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* دارد (20). اثرات مختلف پری‌بیوتیک‌ها بر زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در مطالعات صورت گرفته گزارش شده است. Sendra و همکاران اختلاف معنی‌داری تحت تأثیر فیبرهای پرتقال و لیمو در شیر تخمیری بر بقای باکتری پروبیوتیک مشاهده نکردند (26). Ibrahim و Khalifa نشان دادند درصد و نوع فیبر به‌کار رفته اثر معنی‌داری بر تعداد باکتری‌های پروبیوتیک از جمله *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* دارند به‌طوری‌که استفاده از 4/5 درصد فیبر پرتقال تفاوت معنی‌داری با فیبر خرما و همچنین فیبرهایی با درصد کمتر در ماست داشت (18). Vinderola و همکاران بیان داشتند افزودن شکل‌های خالص عصاره‌های آناناس، کیوی، توت فرنگی و هلو به شیر تخمیری اثری بر بقای باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* ندارند (27). نوع ساختار شیمیایی، درجه پلیمریزاسیون، حلالیت و ترکیب واحدهای مونومری پری‌بیوتیک‌های مورد استفاده توسط پروبیوتیک‌ها نیز در ایجاد این تفاوت‌ها دخیل هستند. ترکیبات فنولی در مقادیر بالا، اترها، الکل‌ها، تیول‌ها، ترپن‌ها و حتی اسیدهای چرب که در برخی از فیبرها وجود دارند مانع رشد باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* می‌شوند (26، 22، 17، 11).

بخشی از محبوبیت ماست به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های لبنی به خواص حسی آن بستگی دارد. افزودن طعم‌دهنده‌های طبیعی از جمله انواع مختلف میوه‌ها موجب اثرات حسی بهتری در مصرف‌کنندگان می‌شوند (28). نتایج حاصل از این مطالعه بر شاخص‌های حسی ماست‌های تیمار شده با فیبرهای مختلف نشان داد که افزودن فیبر بر خواص حسی ماست مؤثر است. اگر چه باید توجه داشت که نوع و مقدار فیبر به‌کار رفته در این امر مؤثر است به‌طوری‌که ماست‌های حاوی مقادیر اندک فیبرهای آناناس، انار و گندم در مقایسه با مقادیر بالاتر بهتر بودند. اثرات مثبت فیبر گندم بر خواص حسی ماست گزارش شده است (19). در مطالعه‌ای، افزایش عصاره انار به نوشیدنی‌هایی بر پایه ماست موجب بهبود ویژگی‌های حسی آن‌ها شد که تحت تأثیر میزان عصاره به‌کار رفته قرار داشت (29). نتایج مطالعه دیگری نیز نشان داد که با افزایش مقادیر فیبر گندم و سیب به ماست، کاهش معنی‌داری در رنگ و طعم ماست مشاهده می‌شود (22).

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از ترکیبات پری‌بیوتیک نظیر فیبرهای آناناس، انار و گندم می‌توانند زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک در ماست را افزایش دهند و همچنین اثرات مثبتی بر برخی خصوصیات حسی و مقبولیت این محصول داشته باشند. اگرچه تفاوت‌هایی بین انواع فیبرها و مقادیر آن‌ها وجود دارند که باید در تهیه محصولات سین‌بیوتیک مورد توجه قرار گیرند. مطالعات بیشتر می‌تواند در درک بهتر نقش پری‌بیوتیک‌ها، پروبیوتیک‌ها و کاربرد آن‌ها در تهیه محصولات فراسودمند مؤثر باشد.

• References

1. Sah BNP, Vasiljevic T, McKechnie S, Donkor ON. Effect of refrigerated storage on probiotic viability and the production and stability of antimutagenic and antioxidant peptides in yogurt supplemented with pineapple peel. J Dairy Sci 2015; 98 (9): 5905-5916.
2. Patil SR. Effect of black gram (Phaseolus mungo) husk on microbial, physiochemical and sensory attributes of synbiotic yogurt. IJSER 2014; 2 (3): 46-50.
3. Shaghaghi M, Pourahmad R, Mahdavi Adeli HR. Synbiotic yogurt production by using prebiotic compounds and probiotic lactobacilli. IRJABS 2013; 5 (7): 839-846.
4. Aghajani AR, Pourahmad R, Mahdavi Adeli HR. The effect of oligofructose, lactulose and inulin mixture as prebiotic on physicochemical properties of synbiotic yogurt. JFBT 2014; (4) 2: 33-40.
5. Yadav SA, Gite SS, Lanjekar VB, Nilegaonkar SS, Agte VV. In vitro screening of indigenous plant materials for prebiotic potential. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci 2014; 3 (11): 137-150.
6. Khosravi Zanjani MA, Ghiassi Tarzi B, Sharifan A, Mohammadi N. Microencapsulation of probiotics by calcium alginate-gelatinized starch with chitosan coating and evaluation of survival in simulated human gastro-intestinal condition. IJPR 2014; 13 (3): 843-852.
7. Randazzo CL, Pitino I, Licciardello F, Muratore G, Caggia C. Survival of *Lactobacillus rhamnosus* probiotic strains in peach jam during storage at different

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-15]

temperatures. Food Sci. Technol (Campinas) 2013; 33 (4): 652-659.

8. Miravet G, Alacid M, Obón JM, Fernández-López JA. Spray-drying of pomegranate juice with prebiotic dietary fibre. IJFST 2016; 51(3): 633-640.

9. Li Z, Summanen PH, Komoriya T, Henning SM, Lee RP, Carlson E, et al. Pomegranate ellagitannins stimulate growth of gut bacteria in vitro: Implications for prebiotic and metabolic effects. Anaerobe 2015; 34: 164-168.

10. Neyrinck AM, Van Hée VF, Bindels LB, De Backer F, Cani PD, Delzenne NM. Polyphenol-rich extract of pomegranate peel alleviates tissue inflammation and hypercholesterolaemia in high-fat diet-induced obese mice: Potential implication of the gut microbiota. Br J Nutr 2013; 109 (5): 802-809.

11. Sah BNP, Vasiljevic T, McKechnie S, Donkor ON. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. LWT-Food sci technol 2016; 65: 978-986.

12. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Milk and milk products-Determination of titrable acidity and value pH-Test method. ISIRI no 2852, 1st Edition, Iran: ISIRI; 2006 [in Persian].

13. Razaei A, Khosrowshahi Asl A, Zomorodi Sh, Malekinajad H. Effect of addition of sodium caseinate and peppermint extract on viability of *Lactobacillus casei* and physicochemichal properties and antioxidant activity of non-fat probiotic yogurt. J Food Research 2013; 23 (3): 423-434 [in Persian].

14. Ghorbani A, Pourahmad R, Fallahpour M, Mazaheri Asadi M. Study of physicochemical, rheological and microbiological characteristics of soy probiotic yoghurt during 21-days of storage. J Food Technology & Nutrition 2014; 11 (1): 43-48 [in Persian].

15. Mohammadi Sani A, Najaf Najafi M, Tavakoli M. Effect of *lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* probiotic microorganisms on the organoleptic characteristics of a synbiotic yogurt. Proceedings of the National Conference on Food; 2012 Feb 28-29; Quchan, Iran. [in Persian].

16. Mohamed AG, Zayan AF, Shahein NM. Physiochemical and sensory evaluation of yoghurt fortified with dietary fiber and phenolic compounds. Life Sci J 2014; 11 (9): 816-822.

17. Espirito Santo AP, Perego P, Converti A, Oliveira MN. Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. LWT-Food sci technol 2012; 47(2): 393-399.

18. Ibrahim AH, Khalifa SA. Improve sensory quality and textural properties of fermented camel's milk by fortified with dietary fiber. J Am Sci 2015; 11 (3): 42-54.

19. Dello Staffolo M, Bertola N, Martino M, Bevilacqua YA. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. Int Dairy J 2004; 14(3): 263-268.

20. Tavakoli M. Evaluation the effect adding of wheat and barley fibers on physicochemical characteristics and survival of *Lactobacillus acidophilus* (LA-5) in yoghurt. JFST 2013; 5 (1): 75-85 [in Persian].

21. Azimi Mahaleh A, Zomorodi Sh, Mohammadi Sani A, Ahmadzadeh Ghavidel R. Evaluating effects of orange fiber on physicochemical, rheological and sensory properties of strawberry yogurt using response surface methodology (RSM). JFST 2013; 5 (1): 23-34 [in Persian].

22. Zomorodi Sh, Aberoon N, Khosrowshahi Asl A. Increase the survival of *Lactobacillus acidophilus* and improved quality properties of senbiotic yogurt using apple and wheat fibers. JFST 2015; 12 (48): 203-214 [in Persian].

23. Ozcan T, Kurtuldu O. Influence of dietary fiber addition on the properties of probiotic yogurt. IJCEA 2014; 5 (5): 397-401.

24. Taheri P, Ehsani MR, Khosravi Darani K. Effects of *Lactobacillus acidophilus* La-5 on microbiological characteristics, sensory attributes and phase separation of Iranian Doogh drink during refrigerated storage. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology 2009; 4 (3): 15-24 [in Persian].

25. Khanbagy Dogahe M, Towfighi A, Khosravi Darani K, Dadgar M, Mortazavian AM, Ahmadi N. Influence of pomegranate peel on viability of probiotic bacteria in pomegranate juice. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology 2013; 7 (5): 17-24 [in Persian].

26. Sendra E, Fayos P, Lario Y, Fernandez-Lopez J, Sayas-Barbera E, Perez-Alvarez JA. Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. Food Microbiol 2008; 25 (1): 13-21.

27. Vinderola CG, Costa GA, Regenhardt S, Reinheimer JA. Influence of compounds associated with fermented dairy products on the growth of lactic acid starter and probiotic bacteria. Int Dairy J 2002; 12 (7): 579-589.

28. Khalifeh H, Sobhi Sarabi Y, Hesari J, Azad MM S. Review on compounds and effective factors on odor and taste of yoghurt. Proceedings of the 20th International Congress on Food Technology; 2011 Nov 22-24; Tehran, Iran. [in Persian].

29. Ali HM. Influence of pomegranate *punica granatum* as phytochemical rich components on yoghurt drink characteristics. Middle East J Appl Sci 2016; 6 (1): 23-26.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-15]

Evaluation of the Prebiotic Effects of Fibers from Pineapple, Pomegranate and Wheat By-products in Synbiotic Yoghurt Containing Probiotic *Lactobacillus acidophilus* La-5 Bacterium

Ghasemi S[1], Mahdian E[2]*

1- M.Sc., Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran

*2- *Corresponding author: Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran. Email: emahdian2000@yahoo.com*

Received 8 Nov, 2017 **Accepted 5 Apr, 2018**

Background and Objectives: Fibers from fruits and cereals by-products are valuable prebiotic sources for production of different synbiotic products like yoghurt. The aim of the present study is evaluation of the prebiotic effects of fibers from pineapple, pomegranate and wheat by-products in yoghurt containing *Lactobacillus acidophilus* La-5 bacterium.

Materials and Methods: Fibers from pineapple, pomegranate and wheat by-products were used at 0, 0.5, 1 and 1.5% concentrations for production of yoghurt containing *Lactobacillus acidophilus* La-5 bacterium. The effects of these fibers were investigated on the physiochemical and organoleptic properties of yoghurts and also survival of *Lactobacillus acidophilus* La-5 bacterium.

Results: There were no significant differences in the physiochemical properties of yoghurts among the different groups ($P>0.05$). Significant differences were observed for the organoleptic properties of yoghurts among the different groups ($P<0.05$). Generally, survival of the bacterium had a better condition in the presence of fibers. Despite the significant differences among the different groups in each day, the maximum positive and significant effects of fibers on the survival of the bacterium in yoghurts were seen on day 14 in comparison with the control group. In this day all yoghurts containing fibers had significant differences in the number of bacterium in compare with the control group ($P<0.05$).

Conclusion: Use of pineapple, pomegranate and wheat fibers as prebiotic compounds could increase the survival of the probiotic bacterium in yoghurt and have positive effects on the acceptance of this product.

Keywords: Pineapple fiber, Pomegranate fiber, Wheat fiber, *Lactobacillus acidophilus* La-5, Yoghurt

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-15]