



## مطالعه تأثیر ریبوفلاوین و سبوس گندم بر سرعت رشد و متابولیسم سویه پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در ماست

ستاره ناصری پور<sup>۱</sup>

۱. دانشجوی رشته دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج

هیا کریمی دره آبی<sup>۲\*</sup>

۲. استادیار دانشکده دامپزشکی، مدیر گروه علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج

### چکیده

یکی از سویه‌های مهم پروبیوتیکی، لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس است. این باکتری متعلق به گروه لاکتیک اسید بوده و در تولید محصولات لبنی نقش دارد. رشد و متابولیسم این سویه در شرایط بهینه، تأثیر مستقیم بر کیفیت حسی، تغذیه‌ای و کارایی محصولات تولیدی از جمله ماست پروبیوتیکی دارد. در این تحقیق مقادیر مختلف سبوس جو و ریبوفلاوین به شیر کم چرب اضافه شد و بعد از پاستوریزاسیون، استارتر تجاری ماست به همراه ۲ درصد از کدورت استاندارد نیم مک فارلند باکتری لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس به عنوان پروبیوتیک به به تیمارها اضافه شد. سپس اسیدیته نمونه‌ها در ساعات ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ اندازه‌گیری شد. هم‌چنین تعداد باکتری بعد از ۸ ساعت اندازه‌گیری و ۲۴ ساعت شمارش شد

نتایج نشان داد که ریبوفلاوین و سبوس گندم تأثیر قابل توجهی بر رشد و متابولیسم لاکتوباسیلوس دارند. این یافته‌ها با مطالعات پیشین هم‌راستا است که نشان می‌دهند پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها می‌توانند به‌طور مؤثری بر رشد میکروارگانیسم‌های مفید تأثیر بگذارند. به‌ویژه، ریبوفلاوین به‌عنوان یک ویتامین محلول در آب، نقش مهمی در متابولیسم میکروبی ایفا می‌کند و می‌تواند به بهبود شرایط رشد لاکتوباسیلوس کمک کند. هم‌چنین، سبوس گندم به‌عنوان یک منبع غنی از فیبر و اولیگوساکاریدها می‌تواند به‌عنوان یک پری‌بیوتیک عمل کرده و رشد لاکتوباسیلوس را تسهیل کند.

نتایج نشان می‌دهد مقدار ریبوفلاوین و سبوس گندم به تربیت در افزایش مقدار رشد باکتری و هم‌چنین اسیدیته نسبت ب نمونه‌ی شاهد بیشتر بود. با توجه به داده‌ها ریبوفلاوین و سبوس گندم تأثیر قابل توجهی بر رشد و متابولیسم لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس دارند، ریبوفلاوین به‌عنوان یک ویتامین محلول در آب، نقش مهمی در متابولیسم میکروبی ایفا می‌کند و می‌تواند به بهبود شرایط رشد لاکتوباسیلوس کمک کند. هم‌چنین، سبوس گندم به‌عنوان یک منبع غنی از فیبر و اولیگوساکاریدها می‌تواند به‌عنوان یک پری‌بیوتیک عمل کرده و رشد لاکتوباسیلوس را تسهیل کند.

واژگان کلیدی: لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس La5، سبوس گندم، ریبوفلاوین، اسیدیته

## مقدمه

نیز می‌توانند سهم قابل توجهی در پروفایل‌های طعم ماست داشته باشند. در مطالعه ای (Tian et al., 2019)، دو سویه *Lactobacillus Plantarum* (۳۳-۱ و ۳۴-۱) بر اساس توانایی آنها در تولید استالدهید و دی استیل جدا شدند. آنها به طور مثبت بر کیفیت عطر نمونه‌های ماست تأثیر گذاشتند. آنها تشکیل متابولیت‌های فرار، به ویژه استالدهید، دی استیل و استوئین را که به عنوان ترکیبات مشخصه شناخته می‌شوند، تقویت کردند. نتایج این کار دانش جدیدی در مورد مشارکت سویه‌های جدا شده در پروفایل‌های طعم ماست ارائه می‌دهد که به بهبود خواص ارگانولپتیک محصولات نهایی کمک می‌کند.

استفاده از باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) به عنوان کشت‌های کمکی که به طور مشترک با کشت‌های آغازگر ماست سنتی تخمیر می‌شوند، می‌تواند مقدار ترکیبات طعم در ماست را افزایش دهد. این مطالعه درک ما را از اثرات کشت‌های کمکی بر طعم ماست غنی می‌کند. محققان و تولیدکنندگانی که در زمینه تولید ماست تخصص دارند، می‌توانند از نتایج این مطالعه برای بهبود پروفایل آروماتیک و کیفیت ارگانولپتیک ماست استفاده کنند. ماست سینبیوتیک مهم‌ترین ماده غذایی حاصل از ترکیب پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها است که به دلیل خواص پری‌بیوتیکی خود، بقای باکتری‌های پروبیوتیک را در طول نگهداری ماست افزایش می‌دهد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که با افزایش سطح فروکتوالیگوساکارید در مقایسه با نمونه حاوی اینولین و کنترل، کاهش PH، اسیدیته، ماده خشک، احتباس آب و ویسکوزیته افزایش یافت ( $p < 0.05$ ). همچنین، مقدار چربی و پروتئین در طول ۲۱ روز ماندگاری تفاوت معنی‌داری نداشت ( $p > 0.05$ ). از نظر ارزیابی حسی، نمونه‌های ماست بوفالو سینبیوتیک حاوی درصد بالای فروکتوالیگوساکارید و اینولین بهتر از کنترل ارزیابی شدند. بنابراین، استفاده از

به کارگیری پروبیوتیک‌ها در پیش‌گیری از بیماری‌ها و بهبود وضعیت سلامتی انسان و دام پیشینه‌ای چندین هزار ساله دارد. پروبیوتیک‌ها یا مواد حیات بخش در مقابل آنتی بیوتیک یا پادزیست قرار می‌گیرند. این مواد میکرواورگانیزم‌های زنده‌ای هستند که نه از طریق نابودسازی میکرواورگانیزم‌های موجود، بلکه با ایجاد و یا تقویت میکرواورگانیزم‌های مفید موجود در دستگاه گوارش موجبات حفظ سلامتی یا افزایش میزان رشد دام و انسان را فراهم می‌آورند. امروزه پروبیوتیک‌ها نه تنها به عنوان محرر رشد بلکه برای تحریک سیستم ایمنی و پیش‌گیری از ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها در تولید انواع مواد غذایی پروبیوتیکی به کار گرفته می‌شود. توسعه یک فناوری مناسب برای تولید پروبیوتیک‌ها، یک تحقیق کلیدی برای تولید صنعتی است که باید پایداری ارگانیزم‌های درگیر را در نظر بگیرد. معیارهای میکروبی، تحمل استرس در طول فرآوری و نگهداری محصول، اساس تولید پروبیوتیک‌ها را تشکیل می‌دهند. به طور کلی، باکتری‌های متعلق به جنس‌های *لاکتوباسیلوس* و *بیفیدوباکتریوم* به عنوان پروبیوتیک استفاده شده‌اند. باکتری‌های پروبیوتیک به دلیل ویژگی‌های مثبت خود، به طور گسترده در تولید غذا استفاده می‌شوند. علاقه به گنجاندن باکتری‌های پروبیوتیک در محصولات دیگر به غیر از محصولات لبنی افزایش یافته است و چالش بزرگی را نشان می‌دهد. شناسایی سیستم‌های تحویل دوز برای باکتری‌های پروبیوتیک نیز منجر به تلاش‌های تحقیقاتی با هدف توسعه غذای پروبیوتیک در خارج از بخش لبنی شده است. تولید آبمیوه‌های پروبیوتیک در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، زیرا نگرانی در مورد سلامت شخصی مصرف‌کنندگان افزایش یافته است (Sarao, L. K., and Arora, M, 2017).

توسعه طعم ماست یک فرآیند بیوشیمیایی پیچیده و پویا است. علاوه بر کشت‌های آغازگر سنتی، کشت‌های کمکی

آب سرد دمای آن به حدود ۴۰ درجه سلیسیوس کاهش یافت و در کنار شعله در دو ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری به صورت مساوی توزیع گردید و از مایه کشت اولیه به مقدار ۲ درصد به هر کدام از دو ارلن مایر اضافه و بعد از همگن سازی به داخل یکی از ارلن ها ۰.۵ درصد سبوس گندم و در دیگری ۰.۲ درصد ریبوفلاوین اضافه می شود سپس ارلن ها همراه با نمونه شاهد در دمای ۴۱ درجه سلسوس گرمخانه گذاری کرده و سپس اسیدیته و  $pH$  را در ساعات صفر، ۲، ۴، ۶ و ۸ اندازه گیری و تعداد لاکتوباسیلوس را با استفاده از کشت سطحی بر روی محیط کشت *MRS* اگر در ساعت ۸ و ۲۴ ساعت بعد از تولید مورد ارزیابی قرار می گیرد.

### یافته های پژوهش

نتایج *Repeated Measures ANOVA* نشان داد که هم اثر زمان و هم اثر متقابل گروه\*زمان معنی دار است. یعنی میانگین اسیدیته در زمانهای مختلف در طول مطالعه تفاوت معنی داری با هم دارد ( $p < 0.001$ ) و همچنین میانگین اسیدیته گروهها در زمانهای مختلف نیز با هم تفاوت معنی داری دارد ( $p < 0.001$ ). مقایسه میانگین اسیدیته در گروههای مختلف (بر حسب زمان) در جدول ۱ ارائه شده است. بطور کلی میانگین اسیدیته در گروههای شاهد و سبوس گندم تفاوت معنی داری با هم نداشتند اما میانگین اسیدیته در گروه ریبوفلاوین با دو گروه دیگر تفاوت معنی داری داشت.

جدول ۱ نشان می دهد که در ابتدای مطالعه (زمان صفر) میانگین اسیدیته گروهها تفاوت معنی دار با هم ندارد و اسیدیته در سه گروه کاملاً یکسان است. در سایر زمان ها اسیدیته در گروه ریبوفلاوین بصورت معنی داری از دو گروه دیگر بیشتر است و در گروههای شاهد و سبوس گندم تفاوت اسیدیته معنی دار نیست.

با توجه به نمودار ۱، اسیدیته در همه گروه ها در طول مطالعه روندی صعودی دارد. شیب تغییرات در گروه ریبوفلاوین بیشتر است و در همه زمانها، میانگین اسیدیته

فروکتوالیگوساکارید و اینولین برای تولید ماست بوفالو سینبیوتیک با خواص عملکردی توصیه می شود (*Sabzichi Esfahlan et al., 2023*). ماندگاری باکتری های پروبیوتیک نیز در بستنی پروبیوتیک با غلظت های مختلف عصاره خرنوب و پودر آب پنیر به مدت ۹۰ روز بررسی شد. افزودن عصاره خرنوب و پودر آب پنیر به طور قابل توجهی بر تعداد باکتری های زنده تأثیر گذاشت. بیشترین تعداد در نمونه های حاوی ۱٪ عصاره خرنوب و پودر آب پنیر بود. افزایش غلظت عصاره خرنوب و پودر آب پنیر رشد *L. acidophilus* و *Bifidobacterium BB-۱۲* را تحریک کرد. نتایج نشان داد که افزودن عصاره خرنوب و پودر آب پنیر رشد *L. acidophilus* و *Bifidobacterium BB-۱* را تحریک می کند و می تواند برای تولید بستنی توصیه شود (*Guler- et al., 2016*). (*Akin, M. B*)

### مواد و روش کار

این مطالعه از نوع آزمایشگاهی بود. مقدار مشخصی ریبوفلاوین از شرکت سیگما تهیه شد. سبوس گندم مورد نیاز از شرکت ۱۱۱ گروه صنایع غذایی خریداری شد. برای انجام مطالعات از سوش استاندارد باکتری لاکتوباسیلوس/سیدوفیلوس *LA-5* استفاده شد که از مرکز مطالعات و تحقیقات ایران تهیه گردید. برای بررسی تأثیر سویه پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس/سیدوفیلوس *LA-5* در ماست این سویه را از سازمان پژوهش های صنعتی علمی و صنعتی ایران تهیه کرده. برای این منظور پودر مخمر لیوفیلیزه در  $20\text{ ml}$  محیط کشت لاکتوز برات حل کرده و در انکوباتور در دمای ۲۴ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و بعد از چند بار پاساژ دادن جهت اضافه کردن به شیر آماده شد.

برای بررسی تأثیر ریبوفلاوین و سبوس گندم ابتدا مقدار نیم لیتر شیر استریل بدون چربی به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سلیسیوس حرارت داده شد. سپس با استفا ده از

جدول ۲ نشان می دهد که در ابتدای مطالعه (زمان صفر) و زمان ۴ ساعت، میانگین PH گروه ها تفاوت معنی دار با هم ندارد. در ابتدای مطالعه PH در سه گروه کاملاً یکسان است و در زمان ۴ ساعت نیز هر چند PH در گروه شاهد از دو گروه دیگر بیشتر است اما این تفاوت معنی دار نیست. در زمان های ۲ ساعت و ۸ ساعت PH در گروه ریپوفلاوین بصورت معنی داری از دو گروه دیگر کمتر است اما در زمان ۶ ساعت PH گروه ریپوفلاوین بصورت معنی داری از دو گروه دیگر بیشتر است.

با توجه به نمودار ۲، PH در همه گروه ها در طول مطالعه روندی نزولی دارد. شیب تغییرات در گروه ریپوفلاوین بیشتر است و در زمان های ۲ ساعت و ۸ ساعت میانگین PH در این گروه از دو گروه دیگر بررسی شده، کمتر و در زمان ۶ ساعت میانگین PH در این گروه از دو گروه دیگر بررسی شده، بیشتر است. اما روند تغییرات PH در گروه های شاهد و سبوس گندم تقریباً مشابه است و این دو گروه در طول مطالعه PH نزدیک به هم دارند.

در این گروه از دو گروه دیگر بررسی شده، بیشتر است اما روند تغییرات اسیدیته در گروه های شاهد و سبوس گندم تقریباً مشابه است و این دو گروه اسیدیته نزدیک به هم دارند. هر چند در زمانهای ۲ تا ۶ ساعت اسیدیته گروه شاهد از گروه سبوس گندم بیشتر است اما این تفاوت معنی دار نیست.

نتایج Repeated Measures ANOVA نشان داد که هم اثر زمان و هم اثر متقابل گروه\*زمان معنی دار است. یعنی میانگین PH در زمانهای مختلف در طول مطالعه تفاوت معنی داری با هم دارد ( $p < 0.001$ ) و همچنین میانگین PH گروه ها در زمانهای مختلف نیز با هم تفاوت معنی داری دارد ( $P = 0.004$ ). مقایسه میانگین PH در گروههای مختلف (بر حسب زمان) در جدول ۲ ارائه شده است. بطور کلی میانگین PH در گروههای شاهد و سبوس گندم تفاوت معنی داری با هم نداشتند اما میانگین PH در گروه ریپوفلاوین با دو گروه دیگر تفاوت معنی داری داشت.

جدول ۱- مقایسه اسیدیته در گروههای مختلف در طول مطالعه

گروه	زمان صفر		زمان ۲ ساعت		زمان ۴ ساعت		زمان ۶ ساعت		زمان ۸ ساعت	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
شاهد	۰/۲۷۵ <sup>a</sup>	۰	۰/۳۰۵ <sup>a</sup>	۰/۰۰۵	۰/۳۳۲ <sup>a</sup>	۰/۰۰۶	۰/۳۴۲ <sup>a</sup>	۰/۰۰۶	۰/۳۵۰ <sup>a</sup>	۰/۰۱۰
ریپوفلاوین	۰/۲۷۵ <sup>a</sup>	۰	۰/۳۲۸ <sup>b</sup>	۰/۰۰۳	۰/۳۵۰ <sup>b</sup>	۰/۰۰۵	۰/۳۶۰ <sup>b</sup>	۰/۰۰۵	۰/۳۸۰ <sup>b</sup>	۰/۰۰۵
سبوس گندم	۰/۲۷۵ <sup>a</sup>	۰	۰/۳۰۲ <sup>a</sup>	۰/۰۰۳	۰/۳۲۸ <sup>a</sup>	۰/۰۰۶	۰/۳۳۸ <sup>a</sup>	۰/۰۰۶	۰/۳۵۳ <sup>a</sup>	۰/۰۰۶
P-Value	---		<0.001		0.006		0.006		0.004	

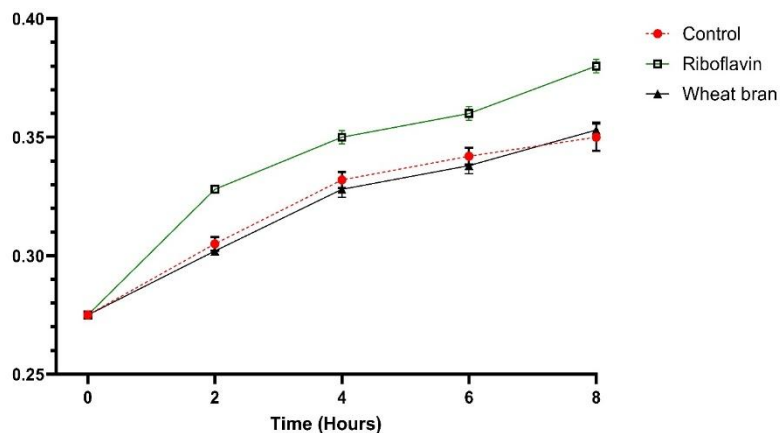
a, b: حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار گروهها است.

جدول ۲- مقایسه PH در گروههای مختلف در طول مطالعه

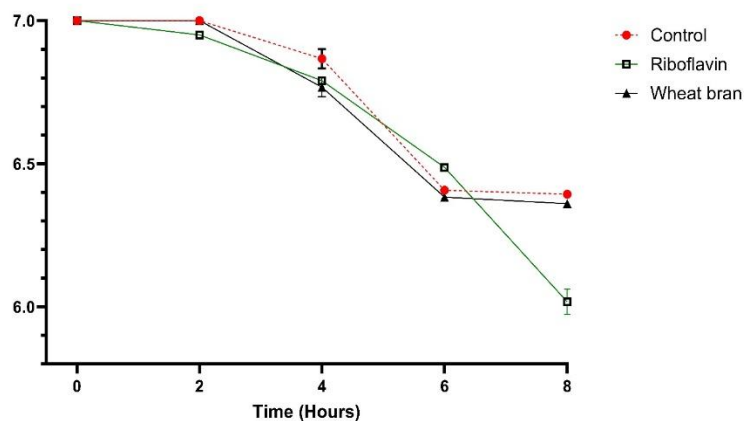
گروه	زمان صفر		زمان ۲ ساعت		زمان ۴ ساعت		زمان ۶ ساعت		زمان ۸ ساعت	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
شاهد	۷ <sup>a</sup>	۰	۷ <sup>a</sup>	۰	۶/۸۶۷ <sup>a</sup>	۰/۰۵۸	۶/۴۰۷ <sup>a</sup>	۰/۰۱۲	۶/۳۹۳ <sup>a</sup>	۰/۰۰۶



ریبوفلاوین	۷ <sup>a</sup>	.	۶/۹۵۰ <sup>b</sup>	۰/۰۲۰	۶/۷۹۰ <sup>a</sup>	۰/۰۱۰	۶/۴۸۷ <sup>b</sup>	۰/۰۱۲	۶/۰۱۷ <sup>b</sup>	۰/۰۷۶
سیبوس گندم	۷ <sup>a</sup>	.	۷ <sup>a</sup>	.	۶/۷۶۷ <sup>a</sup>	۰/۰۵۸	۶/۳۸۳ <sup>a</sup>	۰/۰۲۱	۶/۳۶۰ <sup>a</sup>	۰/۰۱۰
P-Value	---			۰/۰۰۳		۰/۰۹۲		<۰/۰۰۱		<۰/۰۰۱
a, b : حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار گروهها است.										



نمودار ۱- میانگین اسیدیته گروهها در زمانهای مختلف



نمودار ۲- میانگین PH گروهها در زمانهای مختلف

جدول ۳- میانگین تعداد لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس بر محیط MRS آگار پس از ۸ ساعت

شاهد	$\log^{10}$
------	-------------



ریبوفلاوین	$\log^{\vee}/9$
سبوس گندم	$\log^{\vee}/8$

جدول ۴- میانگین کشت لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس بر محیط MRS آگار پس از ۲۴ ساعت

شاهد	$\log^{\vee}/3$
ریبوفلاوین	$\log^{\vee}/1$
سبوس گندم	$\log^{\vee}/1$

### بحث و نتیجه گیری

نمونه های دیگر بود که به کیفیت طعم و خواص فیزیکی ماست کمک میکند.

در حضور مقادیر کافی ریبوفلاوین، فعالیت آنزیمی در لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس افزایش می یابد و سرعت رشد باکتری بیشتر می شود. در حضور ریبوفلاوین این باکتری قادر به تولید مقدار بیشتر اسید لاکتیک است با اسیدی کردن محیط باعث افزایش رشد باکتری می شود..

ماست حاوی ریبوفلاوین نه تنها محتوای مغذی بیشتری دارد، بلکه طعم و عطر بهتری نیز خواهد داشت. حضور ریبوفلاوین باعث رشد سریع تر لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس می شود که به نوبه خود تولید متابولیت هایی مانند استالدهید را افزایش می دهد.

### تاثیر ریبوفلاوین

یک ویتامین محلول در آب است که نقش مهمی در متابولیسم سلولی و تولید انرژی ایفا میکند. لاکتوباسیلوس برای رشد و تکثیر خود به ریبوفلاوین نیاز دارد و به عنوان یک کوآنزیم در بسیاری از واکنش های آنزیمی که در

نتایج نشان میدهد که افزودن سبوس گندم باعث میشود که تعداد باکتریهای زنده در طول زمان نگه داری نسبت به نمونه شاهد افزایش داشته باشند به طوری که در نمونه ی حاوی سبوس میانگین میزان لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس نسبت به نمونه ی شاهد افزایش یافته و بعد از ۲۴ ساعت به ۸/۱ میرسد. در طول نگهداری نمونه ها مشاهده شد که پس از ۸ ساعت تعداد لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس در نمونه ی حاوی سبوس گندم از نمونه ی شاهد بیشتر بود و پس از ۲۴ ساعت این تعداد به طور معنی داری بیشتر گردید. در نمونه ی حاوی ریبوفلاوین مقدار باکتری پس از ۸ ساعت ۷/۹ و پس از ۲۴ ساعت به ۹/۱ افزایش یافت.

به طور چشمگیری کاهش می یابد که میتواند دلیل افزایش PH در نمونه ی حاوی ریبوفلاوین پس از ۶ ساعت رشد باکتری های لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس باشد.

هم چنین در نمونه ی حاوی ریبوفلاوین پس از یک هفته غلظت استالدهید (۰/۴۲) با تفاوت معنی داری بیشتر از

کمتری برای رنگ و طعم خود کسب کنند. این کاهش در نمونه‌های حاوی فیبر سیب مشهود بود. در کل، نمونه‌های حاوی ۰.۵٪ فیبر گندم از نظر رنگ و طعم، بهترین نمونه‌ها در بین نمونه‌های حاوی فیبر شناخته شدند. بنابراین نتیجه گرفته شد که استفاده از فیبر گندم به میزان ۰.۵٪ نه تنها خواص بافتی و شیمیایی ماست را بهبود می‌بخشد، بلکه می‌تواند رضایت مصرف کننده را نیز فراهم کند

(Zomorodi et al., 2015).

با هدف ارزیابی پتانسیل تأثیر مثبت افزودن شیر تخمیر شده با فیبرهای غذایی (فیبر گندم و اینولین) و پروبیوتیک‌های اسپورساز (*Shouchella clausii*) و *coagulans* (Heyndrickxia) بر کیفیت بستنی در طول ۹۰ روز در دمای -۲۵ درجه سانتی‌گراد مطالعه ای انجام گردید. فرمولاسیون‌های بستنی ترکیبی از مواد تخمیر شده و تخمیر نشده بودند. تعداد سلول‌ها و اسپورهای زنده، خواص حسی، فیزیکی، شیمیایی و حرارتی و میزان انرژی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. کشت‌های پروبیوتیک هم به شکل رویشی و هم به شکل اسپور زنده ماندند. در طول نگهداری، بستنی‌های پروبیوتیک حاوی *S. clausii*، تعداد سلول‌های زنده بالاتری ( $\leq 8.25$  log CFU/g) نسبت به بستنی‌های حاوی *H. coagulans* نشان دادند. در بین فرمولاسیون‌ها، بستنی *S. clausii* غنی‌شده با اینولین بیشترین میزان زنده ماندن را داشت و بهترین نرخ بقا را در روز ۹۰ حفظ کرد. همه نمونه‌ها امتیازات معادل برای پذیرش کلی دریافت کردند، با میانگین امتیاز ۷.۴۵ برای طعم و بو، که نشان می‌دهد هیچ گونه خدشه‌ای به کیفیت حسی وارد نشده است. فیبرها ویسکوزیته را افزایش دادند، بر زمان ذوب تأثیر گذاشتند و بر بی‌ثباتی چربی تأثیر گذاشتند، به طوری که فیبر گندم به افزایش سختی کمک کرد. بستنی‌های پروبیوتیک، چه غنی‌شده با فیبر و چه بدون فیبر، محتوای کالری متعادلی مشابه بستنی استاندارد داشتند که نشان دهنده پتانسیل آنها برای گزینه‌های دسر

متابولیسم کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها و پروتئین‌ها نقش دارند، عمل میکند. افزودن ریبوفلاوین به نمونه‌ها باعث افزایش رشد لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس می‌شود. ریبوفلاوین به طور مستقیم بر متابولیسم در متابولیسم لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس نقش دارد و می‌تواند رشد و فعالیت آن را افزایش دهد (Nelson and Cox, 2017).

### تأثیر سبوس گندم

فیبر موجود در سبوس گندم می‌تواند به عنوان پری بیوتیک عمل کند. پری بیوتیک‌ها موادی هستند که توسط باکتری‌های مفید روده تخمیر می‌شود و به رشد آن‌ها کمک میکند. سبوس گندم در نمونه می‌تواند به طور غیر مستقیم باعث افزایش تولید لاکتوباسیلوس نسبت به نمونه‌ی شاهد می‌شود. به طور کلی ریبوفلاوین تأثیر مستقیم و بیشتری بر رشد و فعالیت لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس دارد، در حالی که سبوس گندم به عنوان پری بیوتیک می‌تواند به طور غیر مستقیم باعث افزایش جمعیت این باکتری شود.

تأثیر فیبرهای سیب و گندم بر لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس در ماست و خواص فیزیکی و شیمیایی و حسی آن طی ۲۹ روز نگهداری در ۵ درجه سانتی‌گراد بررسی گردید. نتایج تجزیه و تحلیل نشان داد که تعداد لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس در نمونه کنترل و نمونه حاوی ۰.۵٪ فیبر به ترتیب ۱ و ۰.۵ سیکل لگاریتمی کاهش یافت و در پایان دوره نگهداری به ۶ و ۶.۸۵ سیکل لگاریتمی رسید. اما نمونه حاوی ۱٪ فیبر، افزایش ۰.۲۵ سیکل لگاریتمی در تعداد لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس را در همان زمان نشان داد و به ۷.۶ سیکل لگاریتمی رسید. این افزایش در نمونه‌های حاوی فیبر گندم در مقایسه با نمونه‌های حاوی فیبر سیب بیشتر بود نمونه‌های حاوی فیبر در مقایسه با نمونه‌های بدون فیبر، ویسکوزیته بالاتر و آب‌انداختگی کمتری نشان دادند. تأثیر فیبر گندم بر ویسکوزیته بیشتر از تأثیر فیبر سیب بود افزایش مقدار هر دو فیبر نیز باعث شد که نمونه‌ها امتیاز



کرد. نتایج ما نشان داد که ماست خشک شده انجمادی توسعه یافته می تواند به عنوان یک میان وعده جایگزین با مزایای سینبیوتیک باشد (Suriwong et al., 2025).

به بررسی تأثیر افزودن فیبر پرتقال بر خواص ویسکوالاستیک ماست پرداخته و عوامل زیر را مورد ارزیابی قرار داده است:

میزان فیبر: در این بخش، اثر غلظت های مختلف فیبر (۰، ۲/۰، ۴/۰، ۶/۰، ۸/۰ و ۱ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر) بر خواص ماست بررسی شده است.

اندازه ذرات فیبر: تأثیر دو گروه اندازه ذرات فیبر (۰-۴۱۷ و ۷/۰-۹۹۱/۷۰۱ میلی متر) بر خواص ماست مورد مطالعه قرار گرفته است.

زمان افزودن فیبر: این بخش به بررسی تأثیر افزودن فیبر قبل یا بعد از مرحله پاستوریزاسیون بر خواص ماست می پردازد.

به طور کلی، این مطالعه نشان می دهد که افزودن فیبر پرتقال می تواند خواص ویسکوالاستیک ماست را تحت تأثیر قرار دهد. این تأثیر به میزان، اندازه ذرات و زمان افزودن فیبر بستگی دارد. پاستوریزاسیون فیبر و استفاده از ذرات بزرگتر می تواند به بهبود خواص ماست کمک کند (Sendra et al., 2010).

در این مطالعه، بیو-ماست ها که حاوی *L. acidophilus* و *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* هستند، با افزودن فیبر سلولز (CF) در سطوح مختلف (۰، ۰.۵، ۱، ۲٪) تولید و به مدت ۲۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد  $\pm 1$  درجه سانتی گراد نگهداری شدند. بیو-ماست ها ۱، ۱۰ و ۲۰ روز پس از تولید آنالیز شدند. دوره نگهداری به طور قابل توجهی بر خواص کلی نمونه ها تأثیر گذاشت. افزودن CF به طور مثبت بر خواص فیزیکی و بافتی ماست، مانند جداسازی سرم، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته، سفتی، چسبندگی، انسجام، فنریت، لاستیکی بودن و جوییدن ( $p < 0.05$ ) تأثیر گذاشت. همچنین اندکی رشد باکتری های پروبیوتیک را تحریک کرد ( $p < 0.05$ ).

سالم تر است. این یافته ها پتانسیل پروبیوتیک های اسپورساز و فیبرهای غذایی را در توسعه بستنی های عملکردی با فواید سلامتی و کیفیت حسی بالا برجسته می کند (Sezer and Ayar, 2024).

نشان داده شده است که کاکائو از رشد باکتری های مفید روده حمایت می کند. این مطالعه با هدف بررسی اثر پودر کاکائو بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی ماست سینبیوتیک خشک شده انجمادی انجام گردید. غلظت های مختلف پودر کاکائو قبل از خشک کردن انجمادی به ماست اضافه شدند. چهار فرمول ماست خشک شده انجمادی با تغییر تیمارها تهیه شدند: ۷٪ (وزنی/وزنی) اینولین (کنترل) و ۷٪ (وزنی/وزنی) اینولین به ترتیب با ۱٪، ۲٪ و ۳٪ پودر کاکائو (وزنی/وزنی). هیچ تفاوت معنی داری در فعالیت آبی و pH همه نمونه ها یافت نشد. با این حال، مشخص شد که محتوای فنلی کل و خواص آنتی اکسیدانی با افزایش پودر کاکائو افزایش می یابد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داد که نمونه های غنی شده با پودر کاکائو سطوح صاف تر، متراکم تر با تخلخل کمتر در مقایسه با نمونه کنترل نشان می دهند. فراوانی نهایی لاکتوباسیلوس spp. در همه نمونه ها بالاتر از غلظت توصیه شده برای غذای پروبیوتیک در  $10^7$  -  $10^6$  CFU بود. پس از ۱۲ هفته نگهداری، نرخ بقای همه نمونه ها سطح پروبیوتیک را بالاتر از  $10^5$  CFU log ۷.۵۱ بقای  $10^5$  CFU g حفظ کرد، اما بین همه نمونه ها تفاوت معنی داری وجود نداشت ( $p > 0.05$ ). نرخ بقای پروبیوتیک ها در طی مرحله روده ای هضم *in vitro* INFOGEST به طور قابل توجهی بین کنترل و ماست خشک شده انجمادی غنی شده با پودر کاکائو متفاوت بود ( $p < 0.05$ ). علاوه بر این، آزمون حسی نشان داد که ماست خشک شده انجمادی غنی شده با ۲٪ (وزنی/وزنی) پودر کاکائو بالاترین پذیرش کلی را با میانگین امتیاز ۷.۲۰ کسب



نگهداری داشت و بیشترین فعالیت در ماست حاوی ۱٪ OF در پایان نگهداری به دست آمد. همچنین، ماست‌های حاوی OF فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به نمونه کنترل در همه روزهای نگهداری داشتند ( $p < 0.05$ ). فعالیت آنتی‌اکسیدانی تا ۱۴ روز نگهداری در همه دسته‌های ماست افزایش یافت، در حالی که در روز ۲۱م نگهداری کاهش یافت. به طور خلاصه، این مطالعه عملکرد استفاده از OF به عنوان یک هیدروکلوئید جایگزین برای بهبود خواص کیفی و زیست‌فعالی بیوماست را نشان داد (Erkaya-Kotan, T, ۲۰۲۰).

برای بررسی تأثیر پروبیوتیک‌ها بر پروفایل طعم ماست، ۴ پروبیوتیک، از جمله *Lactobacillus acidophilus*، *Lactobacillus plantarum*، *Lactobacillus casei* و *rhamnosus* با آغازگرهای سنتی تخمیر شدند. تغییرات رشد باکتریایی، محتوای اسید و ترکیبات فرار ماست در طول تخمیر و نگهداری در یخچال بررسی شد. سویه‌هایی که سرعت رشد پایینی در شیر نشان دادند، به طور قابل توجهی بر پویایی جمعیت باکتریایی، اسیدیته یا محتوای اسید آلی در طول تخمیر و نگهداری تأثیر نگذاشتند. با این حال، افزایش پس از اسیدی شدن به وضوح در نمونه‌هایی که حاوی سویه‌هایی با سرعت رشد بالا در شیر بودند، به ویژه *L. casei*، مشاهده شد. در مجموع ۴۵ ترکیب فرار که در بیشتر نمونه‌ها شناسایی شدند، توسط میکرو استخراج فاز جامد فضای سر و به دنبال آن کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی شناسایی شدند. در میان این ترکیبات، کتون‌ها و آلدئیدها فراوان‌ترین بودند. حضور *L. rhamnosus* یا *L. plantarum* به طور قابل توجهی بر ترکیبات فرار اصلی تأثیر نگذاشت، در حالی که مشارکت *L. casei* و *L. acidophilus* در تشکیل متابولیت‌های فرار جزئی یافت شد. اندازه‌گیری‌های بینی الکترونیکی تمایز خوبی از نمونه‌هایی که حاوی

بیوماستی که حاوی ۰.۵ CF % است از نظر حسی، بیشترین استقبال را داشت.

افزودن CF تأثیرات قابل توجهی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، تعداد باکتری‌های زنده و حسی بیوماست داشت. جداسازی آب پنیر و pH کاهش یافت، در حالی که سطح اسیدیته قابل تیتراسیون، ظرفیت نگهداری آب و ویسکوزیته در بیوماست‌های مکمل‌شده با CF افزایش یافت. در طول نگهداری، در حالی که مقادیر جداسازی آب پنیر و pH به تدریج کاهش یافت، اسیدیته قابل تیتراسیون، ظرفیت نگهداری آب و ویسکوزیته به طور همزمان افزایش یافت (Güler-Akın et al., 2018).

در مطالعه ای، اثرات مکمل فیبر پرتقال (OF) در چهار غلظت مختلف (۰.۵٪، ۱٪، ۱.۵٪ و ۲٪) بر برخی از خواص کیفی ماست پروبیوتیک ست تولید شده با کشت (۲-ABT حاوی *Streptococcus thermophilus* ST-۲۰Y و *Lactobacillus acidophilus* LA-۵ و *Bifidobacterium lactis* BB-۱۲) در طول ۲۱ روز نگهداری ارزیابی شد. فعالیت بازدارندگی آنزیم مبدل آنزیماتاسین (*ACE*) *in vitro* و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و همچنین برخی از آنالیزهای فیزیکوشیمیایی و میکروبی ماست‌های پروبیوتیک تجزیه و تحلیل و با ماست ساده مقایسه گردید. در ابتدای نگهداری، نمونه‌های ماست اسیدیته بالایی برای باکتری‌های پروبیوتیک داشتند که منجر به تعداد زنده ( $> 10^7$  CFU/g) بالاتر از حداقل آستانه درمانی ( $< 10^6$  CFU/g) شد. تأثیر قابل توجهی ( $p < 0.05$ ) مکمل OF بر تعداد *S. thermophilus* ST-۲۰Y و *B. lactis* BB-۱۲ مشاهده شد. افزودن OF تا غلظت ۱.۵٪ به طور مثبت بر مقادیر سینرسیس، ویسکوزیته ظاهری و شاخص قوام نمونه‌های ماست تأثیر گذاشت. فعالیت بازدارندگی ACE در طول نگهداری روند افزایشی را نشان داد. ماست کنترل کمترین فعالیت بازدارندگی ACE را در روز اول

با توجه به نتایج این تحقیق، پیشنهاد می‌شود که صنایع لبنی به منظور تولید محصولات پروبیوتیک جدید، از ترکیب ریبوفلاوین و سبوس گندم استفاده کنند. این محصولات می‌توانند به عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیه مصرف‌کنندگان عمل کنند و به بهبود سلامت میکروبیوم روده کمک کنند. همچنین، این تحقیق می‌تواند مبنای مناسبی برای مطالعات آینده در زمینه تأثیر سین بیوتیک‌ها بر دیگر میکروارگانیسم‌ها و ترکیبات مفید در محصولات لبنی باشد.

نتایج این تحقیق به صنایع لبنی کمک می‌کند تا محصولات پروبیوتیکی جدیدی را با ویژگی‌های بهداشتی و زودرس‌تر به بازار عرضه کنند. این محصولات می‌توانند جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک‌ها در جلوگیری از اختلالات میکروبی روده‌ای باشند و تقاضا برای محصولات لبنی غنی از پروبیوتیک‌ها را افزایش دهند.

در نهایت، این تحقیق نه تنها به بررسی شیمیایی و میکروبی یک محصول جدید پرداخته بلکه به بهبود کیفیت و غنای تغذیه‌ای محصولات لبنی نیز کمک کرده و زمینه‌ساز تحقیقات آینده در زمینه تنوع میکروبی و تأثیرات آن بر سلامت انسان می‌شود.

این نتایج نشان‌دهنده اهمیت راهکارهای نوین در تولید مواد غذایی با مقدار پروبیوتیک بالا بوده و تصویر بهتری از روندهای آینده در صنایع لبنی و مزایای مرتبط با سلامت عمومی ارائه می‌دهد.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از تمامی کسانی که نهایت همکاری را در انجام این پرو ه داشتند، تشکر به عمل می‌آید.

### تعارض منافع

نویسندگان      تعارض      منافی      ندارند.

پروبیوتیک‌های مختلف در طول نگهداری در یخچال بودند، نشان داد (Tian et al., 2017).

نتایج نشان داد که غلظت‌های مختلف ریبوفلاوین و سبوس گندم تأثیر معناداری بر میزان  $Ph$  و اسیدیته ماست دارد. این دو ماده در ماست با تولید اسیدهای آلی می‌تواند محیط را اسیدی تر کند. ریبوفلاوین و سبوس گندم هر دو باعث افزایش رشد لاکتو باسیلوس بعد از ۲۴ ساعت شدند که این تغییرات می‌تواند به عنوان یک نشانگر کیفی برای ارزیابی محصولات لبنی پروبیوتیک استفاده شود و به تولیدکنندگان کمک کند تا محصولات با کیفیت‌تری را ارائه دهند.

یکی از نتایج مهم این تحقیق تغییرات معنا دار در اسیدیته در نمونه های حاوی ریبوفلاوین بود. افزایش اسیدیته نشان دهنده ی فعالیت بیشتر لاکتو باسیلوس و تولید اسید های آلی می باشد که در نهایت کیفیت و ماندگاری محصول را بهبود می بخشد.

PH در نمونه های حاوی ریبوفلاوین نسبت به نمونه های حاوی سبوس گندم کمتر بود، اسیدیته بیشتر و به عنوان یک شاخص کلیدی برای ارزیابی محصولات لبنی مور استفاده قرار میگیرد..

در نهایت، این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از سین بیوتیک‌ها می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر برای بهبود کیفیت محصولات لبنی پروبیوتیک در نظر گرفته شود. نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌تواند به عنوان یک نقطه شروع برای تحقیقات بیشتر در این زمینه و همچنین به عنوان راهنمایی برای تولیدکنندگان در جهت بهبود کیفیت و تنوع محصولات لبنی مورد استفاده قرار گیرد.

### پیشنهادهات

### References

- Andreassen, M. F., Kroon, P. A., Williamson, G., & Garcia-Conesa, M. T. (۲۰۰۱). Esterase activity able to hydrolyze dietary antioxidant hydroxycinnamates is distributed along the intestine of mammals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, ۴۹(۱۱), ۵۶۷۹-۵۶۸۴.
- Araújo, E. A., de Carvalho, A. F., Leandro, E. S., Furtado, M. M., & de Moraes, C. A. (۲۰۱۰). Development of a symbiotic cottage cheese added with *Lactobacillus delbrueckii* UFV H<sup>2</sup>b<sup>20</sup> and inulin. *Journal of Functional Foods*, 2(۱), ۸۵-۸۹.
- Chaves, A.C.; Fernandez, M.; Lerayer, A.L.; Mierau, I.; Kleerebezem, M.; Hugenholtz, J. Metabolic Engineering of Acetaldehyde Production by *Streptococcus thermophilus*. *Applied and Environmental Microbiology* ۲۰۰۲, ۶۸, ۵۶۵۶-۵۶۶۲.
- Cummings, J. H., & Macfarlane, G. T. (۱۹۹۱). The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon.
- Dave, R. I., & Shah, N. P. (۱۹۹۷). Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, ۷(۱), ۳۱-۴۱.
- Erkaya-Kotan, T. (۲۰۲۰). In vitro angiotensin converting enzyme (ACE)-inhibitory and antioxidant activity of probiotic yogurt incorporated with orange fibre during storage. *Journal of food science and technology*, 57, ۲۳۴۳-۲۳۵۳.
- Fuller, R. (۱۹۸۹). Probiotics in man and animals. *The Journal of applied bacteriology*, ۶۶(۵), ۳۶۵-۳۷۸.
- Ferrer Valenzuela, J., Pinuer, L. A., Garcia Cancino, A., & Borquez Yanez, R. (۲۰۱۵). Metabolic fluxes in Lactic acid bacteria—A review. *Food Biotechnology*, ۲۹(۲), ۱۸۵-۲۱۷.
- Flahaut, N. A. L., & De Vos, W. M. (۲۰۱۵). Systems biology and metabolic engineering of lactic acid bacteria for improved fermented foods. In *Advances in Fermented Foods and Beverages* (pp. ۱۷۷-۱۹۶). Woodhead Publishing.
- Gaspar, P., Carvalho, A. L., Vinga, S., Santos, H., & Neves, A. R. (۲۰۱۳). From physiology to systems metabolic engineering for the production of biochemicals by lactic acid bacteria. *Biotechnology advances*, ۳۱(۶), ۷۶۴-۷۸۸.
- Gibson, G. R., Beatty, E. R., Wang, X. I. N., & Cummings, J. H. (۱۹۹۵). Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology*, ۱۰۸(۴), ۹۷۵-۹۸۲.
- Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (۱۹۹۵). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of nutrition*, ۱۲۵(۶), ۱۴۰۱-۱۴۱۲.
- Guergoletto, K. B., Magnani, M., San Martin, J., de Jesus Andrade, C. G. T., & Garcia, S. (۲۰۱۰). Survival of *Lactobacillus casei* (LC-۱) adhered to prebiotic vegetal fibers. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(۲), ۴۱۵-۴۲۱.
- Güler-Akin, M. B., Goncu, B., & Akin, M. S. (۲۰۱۸). Some properties of bio-yogurt enriched with cellulose fiber. *Advances in Microbiology*, 8(۱), ۵۴-۶۴.
- Guler-Akin, M. B., Goncu, B., & Akin, M. S. (۲۰۱۶). Some properties of probiotic yogurt ice cream supplemented with carob extract and whey powder. *Advances in Microbiology*, 6(۱۴), ۱۰۱۰-۱۰۲۰.
- Heller, K. J. (۲۰۰۱). Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms. *The American journal of clinical nutrition*, ۷۳(۲), ۳۷۴s-۳۷۹s.
- Hugenholtz, J. (۲۰۰۸). The lactic acid bacterium as a cell factory for food ingredient production. *International Dairy Journal*, ۱۸(۵), ۴۶۶-۴۷۵.
- ISO. (۲۰۱۲). International standards animal and vegetable fats and oils-analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids. Method ISO ۵۵۰۸
- LeBlanc, J. G., Laiño, J. E., Del Valle, M. J., Vannini, V. V., van Sinderen, D., Taranto, M. P., ... & Sesma, F. (۲۰۱۱). B-Group vitamin production by lactic acid bacteria—current knowledge and potential applications. *Journal of applied microbiology*, ۱۱۱(۶), ۱۲۹۷-۱۳۰۹.
- Malekzadeh, F. (۲۰۰۳). *Micribiology*. ۲nd Edn, Tehran University Publication Press و pp: ۵۰۷-۵۰۸. [In Farsi]
- Merete H.H. and Wicklund, T. (۲۰۰۴). Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk and water – based cereal puddings. *International Dairy Journal*, ۱۴: ۹۵۷ – ۹۶۵.

- Mirzaei, H., Karim, G. and Soodi, M. (۲۰۰۶). Study on the effect of dextrose, valine, glycine, thiamine and different tempratures on growth rate of Lactobacillus casei in milk. J. Iranian Food Science, ۲: ۵۱-۵۹. [In Farsi]
- Mutlu, B. and Guler, A. (۲۰۰۷). Effect of cysteine and different incubation temperature on the microflora , chemical composition and sensory characteristics of bio – yogurt made from goat milk. Food chemistery, ۱۰۰: ۷۸۸-۷۹۳.
- Østlie, H. M., Helland, M. H., & Narvhus, J. A. (۲۰۰۳). Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk. International Journal of Food Microbiology, ۸۷(۱-۲), ۱۷-۲۷. Malekzadeh, F. (۲۰۰۳). Microbiology. ۲nd Edn, Tehran University Press, pp. ۵۰۷-۵۰۸.
- Østlie, H. M., Treimo, J., & Narvhus, J. A. (۲۰۰۵). Effect of temperature on growth and metabolism of probiotic bacteria in milk. International Dairy Journal, ۱۵(۱۰), ۹۸۹-۹۹۷.
- Ping, S., Anders, H. and Hazel, M. (۲۰۰۷). Selected prebiotics support the growth of probiotic mono-cultures in vitro, Food Microbiology, ۱۳: ۱۳۴-۱۳۹.
- Rosell, C. M., Santos, E., Penella, J. M. S., & Haros, M. (۲۰۰۹). Wholemeal wheat bread: A comparison of different breadmaking processes and fungal phytase addition. Journal of Cereal Science, ۵۰(۲), ۲۷۲-۲۷۷. human colonic microbiota. The Journal of Nutrition.nal.
- Sabzichi Esfahlan, A., Hesari, J., & Peighambaroust, S. H. (۲۰۲۳). Effects of probiotic strains and prebiotic compounds on physicochemical, Microbiological and sensory properties of Buffalo synbiotic yogurt. *Journal of food science and technology (Iran)*, 19(۱۳۳), ۲۳۷-۲۴۷.
- Sarao, L. K., & Arora, M. (۲۰۱۷). Probiotics, prebiotics, and microencapsulation: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(۲), ۳۴۴-۳۷۱.
- Sendra, E., Kuri, V., Fernández-López, J., Sayas-Barbera, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (۲۰۱۰). Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. *LWT-Food Science and Technology*, 43(۴), ۷۰۸-۷۱۴.
- . Sezer, E., & Ayar, A. (۲۰۲۴). Enhancing ice cream quality with dietary fiber and spore-forming probiotics: A study on Shouchella clausii and Heyndrickxia coagulans. *LWT*, 213, ۱۱۷۰۹۱.
- Sfakianakis, P., Özer, B., Varzakas, T., & Tzia, C. (۶). Dairy Product Technology. Handbook of Food Processing: Food Safety, Quality, and Manufacturing Processes, ۳۵(۲۰۱۵), ۱۷۹. Shah, N. P. (۲۰۰۰). Probiotic bacteria: Selective enumeration and survival in dairy foods. Journal of Dairy Science.
- Sharma, A., Gupta, G., Ahmad, T., Kaur, B., & Hakeem, K. R. (۲۰۲۰). Tailoring cellular metabolism in lactic acid bacteria through metabolic engineering. Journal of microbiological methods, ۱۷۰, ۱۰۵۸۶۲.
- Slavin, J. (۲۰۰۴). Whole grains and human health. Nutrition research reviews, ۱۷(۱), ۹۹-۱۱۰.
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (۱۹۸۵). Yoghurt: science and technology (pp. xiii+-۴۳۱pp).
- Tamime, A. Y., Saarela, M. A. K. S., Sondergaard, A. K., Mistry, V. V., & Shah, N. P. (۲۰۰۵). Production and maintenance of viability of probiotic microorganisms in dairy products. Probiotic dairy products, ۳, ۳۹-۶۳. Mirzaei, H., Karim, G., & Soodi, M. (۲۰۰۶). Study on the effect of dextrose, valine, glycine, thiamine and different temperatures on growth rate of Lactobacillus casei in milk. J. Iranian Food Science, ۲: ۵۱-۵۹.
- Tian, H., Huang, N., Yao, W., Yu, H., Yu, B., Chen, X., & Chen, C. (۲۰۲۴). Comparative transcriptomic analysis of the flavor production mechanism in yogurt by traditional starter strains. Journal of Dairy Science, ۱۰۷(۸), ۵۴۰۲-۵۴۱۵.
- Tian, H., Shi, Y., Zhang, Y., Yu, H., Mu, H., & Chen, C. (۲۰۱۹). Screening of aroma-producing lactic acid bacteria and their application in improving the aromatic profile of yogurt. *Journal of Food Biochemistry*, 43(۱۰), e۱۲۸۳۷.
- Tian, H., Shen, Y., Yu, H., He, Y., & Chen, C. (۲۰۱۷). Effects of ۴ probiotic strains in coculture with traditional starters on the flavor profile of yogurt. *Journal of Food Science*, 82(۷), ۱۶۹۳-۱۷۰۱.
- Vinderola, C. G., Bailo, N., & Reinheimer, J. A. (۲۰۰۰). Survival of probiotic microflora in Argentinian yoghurts during refrigerated storage. Food Research International, ۳۳(۲), ۹۷-۱۰۲.
- Zomorodi, S., & Aberun, N. (۲۰۱۵). Increase the survival of Lactobacillus acidophilus and improved quality properties of senbiotic yogurt using apple and wheat fibers. Journal of food science and technology (Iran), ۱۲(۴۸), ۲۰۳-۲۱۴.



# The Effect of Riboflavin and Wheat Bran on the Growth Rate and Metabolism of *Lactobacillus acidophilus* Probiotic Strain in Yogurt

Setareh Naseripour<sup>۱</sup>

Hiva Karimi Dareabi<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup>. Doctor of Veterinary Medicine Student, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran

<sup>۲</sup>. Department of Food Science and Technology, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran. Corresponding Author

## Abstract

**Introduction:** The use of prebiotics as non-digestible oligosaccharides plays a significant role in the growth and metabolism of probiotic strains. By using prebiotics, we can produce products with a wide variety of products and increase the consumer's ability to choose probiotic products. Today, attention to the role of nutrition in promoting public health and preventing diseases has laid the groundwork for the development of functional food products. Probiotics, as one of the main components of these products, are live microorganisms that, when consumed in sufficient quantities, have positive effects on the host's health. These effects include improving the microbial flora of the gastrointestinal tract, strengthening the immune system, reducing the risk of chronic diseases, and even improving metabolic status.

One of the important probiotic strains is *Lactobacillus acidophilus*. This bacterium belongs to the group of lactic acid bacteria and plays an important role in the production of dairy products. The growth and metabolism of this strain under optimal conditions has a direct impact on the sensory, nutritional quality and efficiency of the products produced, including probiotic yogurt. In this study, the synbiotic effect of riboflavin and wheat bran on acetaldehyde and the microbial properties of *Lactobacillus* has been investigated.

**Materials and Methods:** In this research, different amounts of oat bran and riboflavin were added to low-fat milk, and after pasteurization, a commercial yogurt starter along with ۲% of the standard half-McFarland turbidity of *Lactobacillus acidophilus* bacteria as a probiotic was added. During the storage period, the counting of *Lactobacillus acidophilus* bacteria in Bile-MRS agar culture medium.

**Results:** The results showed that riboflavin and wheat bran have a significant effect on the growth and metabolism of *Lactobacillus*. These findings are consistent with previous studies that have shown that probiotics and prebiotics can effectively influence the growth of beneficial microorganisms. In particular, riboflavin, as a water-soluble vitamin, plays an important role in microbial metabolism and can help improve the growth conditions of *Lactobacillus*. Also, wheat bran, as a rich source of fiber and oligosaccharides, can act as a prebiotic and facilitate the growth of *Lactobacillus*. The results show that the amount of riboflavin and wheat bran, respectively, has had a significant effect on increasing the amount of bacterial growth, as well as acidity and reducing pH after ۲۴ hours compared to the control sample.

**Conclusion:** The results showed that different concentrations of riboflavin and wheat bran have a significant effect on the growth and metabolism of *Lactobacillus*. These findings are consistent with previous studies that show that probiotics and prebiotics can effectively affect the growth of beneficial Microorganisms wheat bran as a rich source of fiber and oligosaccharides can act as a prebiotic and facilitate the growth of *Lactobacillus*.

**Conflict of interest:** None declared

**Keywords:** *Lactobacillus acidophilus* la<sup>o</sup>, wheat bran, riboflavin, acidity, prebiotic



19<sup>th</sup> International Conference on  
Food Industry Sciences,  
Organic Farming and Food Security

Event Place: Tbilisi, Georgia

[www.fsaconf.ir](http://www.fsaconf.ir)

نوزدهمین کنفرانس بین المللی

علوم صنایع غذایی، کشاورزی ارگانیک و امنیت غذایی | گرجستان



19th International Conference on Food Industry Sciences, Organic Farming and Food Security  
مجلات معتبر بین المللی