مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هجدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، صفحات ۷۹-۷۱

غربالگری تولید اسیدهای چرب به وسیله *بیفیدوباکترلاکتیس* در بسترکنجاله سویا

سمین رفیع آذری[۱]، محمد حجت الاسلامی[۲]، زینب السادات ابراهیم زاده موسوی[۳]، حسین کیانی[۴]، سید محمد علی جلالی[۵]

۱- دانشجوی دکتری، گروه کشاورزی و صنایع غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

۲- دانشیار گروه کشاورزی و صنایع غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

۳- نویسنده مسئول: استادیار، آزمایشگاه زیست فراوری و زیست سنجش، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
پست الکترونیکی: Zeinab.mosavi@ut.ac.ir

۴- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران

۵- استادیار مرکز تحقیقات تغذیه و محصولات ارگانیک (RCNOP)، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۴

چکیده

سابقه و هدف: تولید زیستی اسیدهای آلی به روش تخمیر میکروبی با استفاده از بستر جامد روشی ایمن، ارزان و آسان در جهت تولید اسیدهای چرب می‌باشد. هدف این مطالعه، استفاده از خمیرکنجاله سویا به عنوان بستر جامد جهت کشت پروبیوتیک و تجزیه و تحلیل رفتار *بیفیدوباکتر لاکتیس* در بستر جامد جهت تولید اسیدهای چرب بود.

مواد و روش‌ها: خمیر همگن شده کنجاله سویا با میزان رطوبت (۶۵٪) برای تخمیر در بستر جامد آماده گردید. سپس، در سطح (۴٪) به محیط کشت تلقیح شد. در نهایت، در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای استفاده در این نوع تخمیر گرمخانه‌گذاری شد.

یافته‌ها: جمعیت باکتری پس از رشد طی ۲۴ ساعت باعث افزایش جمعیت میکروبی، به میزان ۹/۹۸log CFU/g و افت PH. تا سطح ۵/۱ دردمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد شد. بعلاوه ، با تغییرات پروفایل اسیدهای چرب منجر به افزایش درصد اسیدهای چرب اشباع نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش بیشتر چربی‌های امگا ۳ نسبت به امگا ۶ شد.

نتیجه‌گیری: خمیر سویای انتخاب شده می‌تواند به عنوان حامل پروبیوتیک برای تولید اسیدهای چرب مورد استفاده قرار گیرد. زیرا میکروارگانیسم قادراست، بستر را برای افزایش ویژگی‌های تغذیه‌ای و عملکردی خود تغییر دهد که این امر باعث می‌شود کنجاله سویا به محصولی جذاب‌تر جهت عرضه محصولات جدید به بازار برای مصرف‌کنندگان تبدیل شود.

واژگان کلیدی: *بیفیدوباکترلاکتیس*، پروبیوتیک، اسیدهای چرب، کنجاله سویا، تخمیر حالت جامد

• مقدمه

بیفیدوباکتری‌ها یکی از مفیدترین، میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که به طور طبیعی میکرو فلور غالب روده را تشکیل داده و با عملکردهای متعدد خود، بر ارتقاء سلامتی میزبان خود مؤثرند (۳-۱). آنها با ایجاد میکروبیوتای (Microbiota) سالم و کنترل pH روده، رشد باکتری های فرصت طلب دستگاه گوارش انسان را تعدیل، مهار و با دفع باکتری های مضر به بدن کمک می‌کنند تا عملکردهای اساسی را انجام دهد. تولید متابولیت‌هایی مانند اسید های چرب با زنجیره کوتاه، ویتامین ها و پیشگیری از اختلالات روده از دیگر عملکرد آنها به شمار می رود. همچنین، آنها با تخریب کربوهیدرات های غیر قابل هضم، هضم را بهبود می‌بخشند و با کاهش اسهال، بهبود عدم تحمل لاکتوز، کاهش سطح کلسترول سرم، پیشگیری از سرطان، محافظت در برابر عوامل بیماری زا، تولید ویتامین B، تولید اسیدهای لینولئیک مزدوج، جلوگیری از رشد تومور، آنتی‌اکسیدان‌ها، تحریک و توسعه سیستم ایمنی، سلامتی را ارتقا می‌بخشند (۸-۴). بیفیدوباکتری‌ها متعلق به شاخه اکتینوباکتریا (Actinobacteria) بوده، باکتری‌هایی میله ای شکل، گرم مثبت، بی‌هوازی اجباری تا حدی اختیاری،

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1402.18.3.8.9]

ساکارولیتیک، کاتالاز منفی، غیر متحرک، تخمیری، غیر اسپورزا، تولید کننده اسید لاکتیک و اغلب منشعب (Pleomorphic) هستند (۹). در صفحات آگار، کلنی های بیفیدوباکتری ها شباهت زیادی به باکتری های اسیدلاکتیک (به ویژه لاکتوباسیل‌ها) دارند. درحالی‌که بیفیدوباکتری ها ارتباط نزدیکی با هیچ یک از باکتری‌های اسید لاکتیک که در تولید غذاهای تخمیر شده استفاده می‌شوند نداشته، علیرغم این‌که نقش اصلی را در تولید غذاهای کاربردی جدید ایفا و رفتار آنها در این سیستم‌ها عملاً ناشناخته است. درانبوهی از آزمایشات بالینی موفق با پروبیوتیک‌ها که بر روی طیف وسیعی از افراد از جمله نوزادان، کودکان، بزرگسالان و سالمندان مورد استفاده قرار گرفته، ثابت شده شناخته ترین گونه پروبیوتیک در بین تمام اعضا، جنس، بیفیدوباکتریوم لاکتیس است. زیرا دارای همه ویژگی‌های ارزشمند از جمله تحمل اسید معده و صفرا به دلیل داشتن هیدرولازهای نمک صفراوی و خواص چسبندگی موکوس قوی بوده، همچنین نسبت به سایر گونه‌های بیفیدوباکتری انسانی به شرایط اسیدی و دماهای بالا مقاوم‌ترند (۱۰). ولی به اندازه لاکتو باسیلوس ها مقاوم نبوده و رشد آنها را نمی توان "بی هوازی اختیاری" کامل نامید. توانایی بقا و زنده ماندن آنها در دستگاه گوارش تا حد زیادی به قابلیت‌های متابولیک کربوهیدرات‌ها و رفتار ساکارولیتیک آنها بستگی داشته (۱۱)، علیرغم اینکه در تخمیر گلوکز، برخی از سویه‌های تخمیر نشده نیز گزارش شده و حتی برخی از گونه های بیفیدوباکتریوم قادر به تخمیر لاکتوز نیز هستند. بنابراین می‌توان گفت توانایی تخمیر سوبستراهای مختلف، از جمله ساکاریدها، مشتقات آنها و الکل‌ها، به سویه خاص بستگی دارد. تخمیر حالت جامد SSF (Solis State Fermentation) کارآمدترین فرآیند زیستی برای به دست آوردن غذاهای تخمیر شده با منشاء مختلف است. که این شیوه تخمیر مجددا در سال‌های اخیر از نظر جنبه‌های زیستی، پردازشی، زیست محیطی و اقتصادی به دلیل مزایایی از جمله کارایی بالاتر تخمیر ، غلظت بیشتر و پایداری بالاتر محصول نهایی، مصرف کمتر آب و سرکوب کاتابولیکی کمتر، به عبارتی تولید آسان در مقیاس بزرگ با حداقل جریان‌های باقیمانده که نسبت به تخمیر غوطه-وری دارد، از سوی محققان مورد توجه فزاینده در سراسر جهان قرار گرفته و ارزش‌گذاری شده است (۱۲-۸).

SSF فرایندی است که از طریق آن میکروارگانیسم های منتخب (باکتری‌ها، قارچ‌ها و مخمرها) بر روی یک ماده آلی مرطوب، جامد و غیر محلول به عنوان یک منبع حمایتی و غذایی برای رشد در نبود یا تقریباً عدم وجود آب آزاد کشت داده می‌شود (۱۹-۱۳). بیشتر مطالعات تخمیری در تخمیر حالت جامد در سال‌های گذشته با استفاده از بیفیدوباکتری‌ها و باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) به دلیل داشتن نقش اساسی در تخمیر با استفاده از تخمیر غوطه وری انجام شده است. در سال‌های اخیر استفاده از ضایعات کشاورزی و صنعتی از طریق تخمیر حالت جامد در سطح جهانی به عنوان یک راه نجات اصلی در اقتصاد کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مورد استقبال قرار گرفته و مطالعات متعددی با استفاده از SSF برای تولید اسید لاکتیک از ضایعات کشاورزی و صنعتی نیز انجام شده است (۱۷).

امروزه غذاهای تخمیر شده با استفاده از محصولات جامد کشاورزی به دلیل ارزش‌های فرهنگی، آشپزی، اقتصادی و تغذیه‌ای، ارزشمند و مورد توجه هستند. زیرا تخمیر میکروبی کلید کاهش عوامل ضد تغذیه‌ای بالقوه در پسماندهای کشاورزی و صنعتی نیز بوده، در نتیجه با بهبود دسترسی زیستی، تولید یا افزایش برخی از ترکیبات زیست فعال، پروتئین های محلول و پپتید های کوچک را افزایش می دهد. باعث قابلیت هضم و جذب پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها شده، کیفیت غذایی مواد تخمیر شده را افزایش، عوامل ضد تغذیه‌ای را غیرفعال می‌نماید (۲۰). همچنین با استفاده از این روش تخمیر، مواد لازم جهت مصرف انسانی و دامی و نیز مواد خام جهت تولید صنایع تبدیلی مواد غذایی تولید می‌شود (۱۳). در طی تخمیر باکتری‌های پروبیوتیک تکثیر از طریق تجزیه زیستی و کاهش الیگوساکاریدها با آزاد کردن پپتیدهای فعال زیستی صورت می گیرد. برخی از ترکیبات زیست فعال تولید یا افزایش یافته، درنتیجه فعالیت‌های آنتی اکسیدانی پس از تخمیر به طور قابل توجهی بهبود خواهد یافت، که باعث خواص عملکردی در سیستم ایمنی بدن می‌شود (۲۲، ۲۱). کنجاله سویا، رایج‌ترین منبع پروتئین گیاهی، به عنوان محصول جانبی تولید روغن رژیمی با کیفیت پروتئین بالا (۴۴ درصد) می باشد. طبق نظر FAO درسال ۲۰۱۷، ترکیب اسید آمینه نسبتا متعادل (۲۵-۲۳، ۱۶، ۱۵) و وجود ویتامین‌های A, E، مواد معدنی مانند کلسیم، منیزیم و آهن یک جایگزین کم هزینه در این کنجاله، به مراتب جذاب‌تر از دانه سویا جهت بستر میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک (به دلیل ایمن و غیر بیماریزا بودن) از جمله بیفیدوباکتریوم‌ها برای به دست آوردن غذاهای جدید در SSF می‌باشد. زیرا تخمیر بستر جامد بی‌هوازی کیفیت تغذیه‌ای کنجاله را بهبود می‌بخشد (۱۵). هدف از این مطالعه، بررسی خمیرکنجاله سویا به عنوان محیطی غنی، طبیعی و مناسب جهت رشد بیفیدوباکتر، ابتدا بدون افزودن هیچ گونه مکمل، سپس با اضافه نمودن ۳٪ ساکارز به بستر آزمایش جهت تجزیه و تحلیل رفتار *بیفیدوباکترلاکتیس* در بستر جامد بود. جهت

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.17357756.1402.18.3.8.9]

غربالگری، نتایج میزان تغییرات PH / CFU بستر وکروماتوگرفی اسیدهای چرب مد نظر گرفته شد.

• مواد و روش‌ها

بیفیدوباکترلاکتیس سویه *(BBO4)* کشت نوع ایرانی *(BBO4, Persian Type Culture Collection)* از مجموعه میکروبی آزمایشگاه میکروبیولوژی گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه تهران تهیه شد. کنجاله سویا از شرکت دامپروری زارع در ایران خریداری گردید. ساکارز، محیط های کشت و سایر مواد شیمیایی از شرکت شیمیایی رازی نمایندگی شرکت مرک آلمان در اصفهان خریداری شد. برای ارزیابی رفتار سویه از کنجاله ۶۵ درصد رطوبت، سطح تلقیح ۴ درصد در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و ساکارز ۳ درصد استفاده شد.

فعالسازی سویه میکروبی، تهیه مایه تلقیح

جهت آماده سازی سویه، باکتری دو نوبت ۲۴ ساعته به محیط مایع MRS Broth منتقل شد. در شرایط میکروآئروفیلیک (Microaerophilic) بدون تحرک در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور (مدل Memmert ساخت کشور آلمان) گرمخانه گذاری شد. به منظور به دست آوردن مایه تلقیح برای تخمیر بسترجامد، سلول های باکتری در انتهای مرحله نمایی رشد در محیط آبگوشت براث (MRS Broth) با روش سانتریفیوژ جمع آوری، دو بار با محلول سرم فیزیولوژی استریل شسته شد. سپس با استفاده از محلول سرم فیزیولوژی استریل، غلظت نیم مک فارلند تهیه شد و جمعیت میکروبی با این محلول تطبیق داده شد. جهت اطمینان از غلظت مایع تلقیح از روش اسپکتروفتومتری نیزاستفاده شد.

آماده سازی بستر کشت

برای تهیه بستر درتخمیر جامد ، میزان مناسب از کنجاله سویا برداشته تمیز گردید. ابتدا زیر آب لوله کشی و سپس با آب مقطر شست و شو داده شد. کنجاله به مدت ۶۰ دقیقه در آب مقطر در دمای اتاق غوطه ور شد. سپس آب اضافی دور ریخته با آب مقطر آبکشی گردید. سرانجام به کنجاله سویا مقدار مناسب آب مقطر اضافه شد و درمخلوط کن برای به دست آوردن بافت هموژن ریخته شد. مقدار تقریبی ۲۰۰ گرم خمیر سویا همگن شده با رطوبت ۶۵ درصد باترازوی دیجیتال با دقت بالا معادل ۰/۰۰۱ گرم وزن، به یک فلاسک منتقل گردید. سپس، محیط با اتوکلاو در ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه استریل شد. جهت کنترل میزان رطوبت کنجاله پس از اتوکلاو از روش آون گذاری در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد استفاده گردید. محلول ساکارز ۳ ٪ نیز تهیه گردید.

تلقیح باکتری

بعد از استریلیزاسیون، هنگامی که دمای کنجاله همگن شده به دمای اتاق رسید، محیط شاهد (خمیر فاقد میکروب تلقیح شده) تهیه شد. سپس مخلوط همگن طبق تحقیق de Olmos و همکاران در ۲۰۲۲ (۲۳) با میزان رطوبت ۶۵ درصد با ۴٪ حجمی/وزنی درشرایط کاملاً استریل تلقیح، مخلوط و به صورت یکنواخت در پتری دیش‌ها توزیع، دردمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت درانکوباتور گرمخانه گذاری شد. مقدارسلول‌ها در زمان تلقیح حدود $6*10^7$ CFU/g بود. ۴۸ ساعت بعد ازکشت باکتری، ابتدا جهت اطمینان از خالص بودن باکتری تلقیحی پس از کشت، از کنجاله تلقیحی بر روی محیط MRS agar به صورت خطی کشت داده و گرمخانه گذاری گردید. سپس از پلیت لام تهیه، به روش گرم رنگ آمیزی، با میکروسکوپ نوری المپوس (Olympus) مشاهده، خالص بودن بیفیدوباکتر تأیید گردید. همچنین به منظور ارزیابی تأثیر ساکارز اضافی در تحریک فعالیت پروتئولیتیکی بیشتر *بیفیدوباکترلاکتیس* در بستر فرایند، میزان سه درصد ساکارز در شرایط استریل به خمیر سویا اضافه شد. آزمایش تکرار و بعد از مدت گرمخانه‌گذاری تغییرات pH و پروفایل اسیدهای چرب مورد سنجش قرار گرفت. جهت بررسی عملکرد محیط های کشت، ظرفیت مغذی بودن و ظرفیت مهار کنندگی با مقایسه شاهد انجام گردید.

برای اندازه‌گیری ظرفیت مغذی بودن محیط، سوسپانسیون اولیه میکروبی را به نسبت ۱ به ۱۰۰ با سرم نمکی استریل رقیق و مقدار ۱۰ میکرو لیتر از سوسپانسیون رقیق شده به محیط MRS agar برده وکشت داده شد. جهت اندازه گیری ظرفیت مهار کنندگی، سوسپانسیون اولیه به نسبت ۱ به ۱۰ در نرمال سالین استریل رقیق و مقدار ۱۰ میکرولیتر از سوسپانسیون رقیق شده به محیط MRS agar انتقال کشت داده شد. سپس پلیت ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد در انکوباتور قرار گرفت. ۲۴ ساعت بعد از کشت میزان کلنی مغذی بودن CFU/Plate 10^3 و مهارکنندگی CFU /Plate 10^4 بود]. میزان تغییرات pH نمونه‌ها در زمان‌های مختلف (۰، ۲۴ و ۴۸ ساعت) با pH متر، مدل متروهم ساخت کشور آلمان انجام گردید (۱۷).

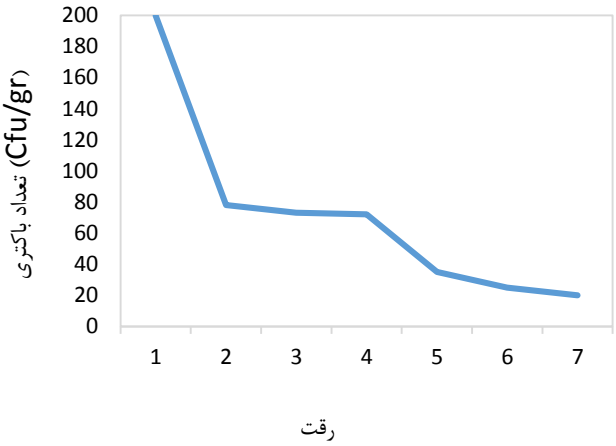
شمارش میکروبی

جمعیت کل باکتری های زنده در زمان های ۰، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از کشت تعیین شد. از سویای تخمیر شده (۱۰ گرم) با ۹۰ میلی لیترسرم فیزیولوژی استریل همگن، رقت‌های سریالی تهیه شد. حدود ۱۵ میلی‌لیتر محیط آگار قبل از آن در پلیت هاریخته شد. سپس ۱ میلی لیتر از هر رقت در پتری

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1402.18.3.8.9]

دیش استریل برای اندازه گیری تعداد کل سلول های زنده، با استفاده از روش کشت اختلاطی منتقل شد. با حرکت چرخشی به طور یکنواخت در تمام سطح آگار پخش شد. پلیت‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. نتایج به صورت واحد تشکیل کلنی در گرم (lg CFU/g) بیان شد (شکل ۱).



شکل ۱. شمارش میکروبی

اندازه‌گیری میزان اسیدهای چرب به روش اسپکتروفوتومتری

جهت بررسی توانایی باکتری جهت تولید اسیدهای چرب طی ۴۸ ساعت بعد ازکشت، ازروش اسپکتروفتومتری سریع بر اساس جذب UV با استفاده از دستگاه نانودراپ Model, Biochrome WPA ساخت کشور انگلستان استفاده شد. نمونه کشت تخمیر شده با سانتریفیوژ یخچال‌دار (Germany Model 3-30K, Sigma Co.) با ۱۳۰۰۰ rpm سانتریفوژ شده، سپس ۱ میلی لیتر مایع رویی با ۲ میلی لیتر ایزوپروپانول مخلوط شد. پس از افزودن ۱/۵ میلی‌لیتر هگزان، مخلوط ورتکس گردید و پنج دقیقه در دمای اطاق در حالت ایستا قرار گرفت. سپس لایه هگزان جمع آوری شد و میزان جذب درطول موج ۲۳۳ نانومتر اندازه‌گیری شد (۲۶).

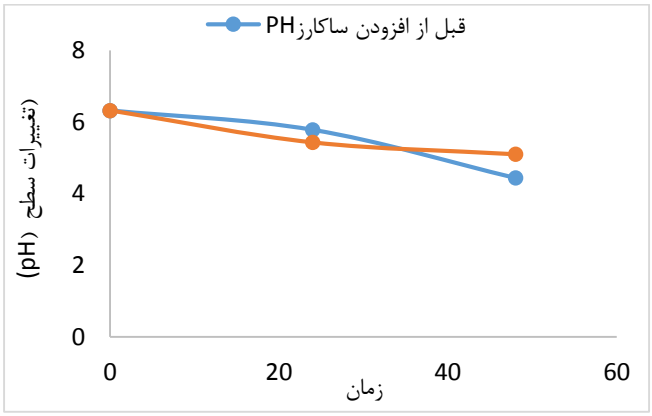
استخراج اسیدهای چرب

جهت استخراج اسیدهای چرب از روش فولچ (1957-Fulch) استفاده گردید (۲۶). بعد از مرحله روتاری (Rotary) نمونه‌ها طبق روش استاندارد ملی ۲ - ۱۳۱۲۶ جهت آنالیز توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی متیله با تری فلوراید بور (BF_3) آماده و به دستگاه کروماتوگرافی گازی (Nexis2030 Shimadzu model, in Japan) تزریق گردید (۲۶). شناسایی اسیدهای چرب بازمان بازدارندگی اسیدچرب تعیین شد. نتایج به صورت درصد از کل اسید چرب اعلام شد.

• یافته‌ها

بررسی رشد و تخمیر بیفیدوباکتریوم لاکتیس درمحیط بسترجامد خمیرهای سویا

جهت تجزیه و تحلیل رفتار میکروارگانیسم انتخابی در بستر کنجاله سویا، بررسی میزان رشد (CFU) و فعالیت پروتئولیتیک (pH) و کروماتوگرافی اسیدهای چرب مد نظر قرار گرفت. *بیفیدوباکترلاکتیس* سویه *BBO4*، کشت لاکتیکی مورد استفاده در این مطالعه قادر به رشد در بستر کنجاله سویا، بدون افزودن مکمل‌های کربوهیدرات یا پروتئین بود. ۱۸ ساعت بعد از تلقیح، میکروارگانیسم با سازگاری با محیط رشد، وارد فاز رشدگردید. پس ازگذشت ۲۴ ساعت از تخمیر و رشد، جمعیت میکروبی، به میزان logCFU/g ۹/۹۸ رسید. سویه سازگاری خوبی در بستر کنجاله سویا حاوی رطوبت ۶۵ درصد نشان داد. سویه با مصرف ترکیبات مختلف بستر، مواد معدنی، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب و قندها در مسیر متابولیک از طریق مسیر تخمیر منحصر به فرد فروکتوز ۶ - فسفات، (۲۳)و تولید اسید لاکتیک، اسید استیک و سایراسیدهای آلی، باعث افت pHو تغییر در پروفایل اسیدهای چرب بستر گردید. در حالی که سطح pH از ۶/۳۲ به ۵/۷۸ بعداز ۲۴ ساعت و باگذشت ۴۸ ساعت به میزان ۵/۱ درسطح تلقیح ۴ درصد کنجاله فاقد ساکارز در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. شروع افت شدید pH مشاهده شده بین ۸ تا ۱۲ ساعت بعد از تخمیر دربستر بود (شکل ۲).



شکل ۲. میزان تغییرات سطوح pH قبل و بعد از اضافه کردن ساکارز

در حالی که این تغییرات دربستر حاوی ساکارز اضافه شده بیشتر و شدیدتر بود. به طوری که pH از سطح ۶/۳۲ به ۵/۴۵ بعداز ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت به سطح ۴/۴۴ کاهش یافت (شکل ۲). به طورکلی ۴۸ ساعت تخمیر برای افزایش تعداد باکتری‌ها، تغییر سطح اسید لاکتیک و تخریب پروتئین در کنجاله سویای تخمیر شده کافی بود. بیشترین رشد باکتری بعد از طی شدن ۴۸-۱۸ ساعت بعد از تلقیح روی داد .بعد از تخمیرکامل بستر

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.17357756.1402.18.3.8.9]

میزان رشد باکتری در محیط کشت کنجاله سویا روند نزولی داشت. تقریباً بعد از ۴۸ تا ۷۲ ساعت هیچ رشدی صورت نگرفت و حتی برخی از باکتری‌ها هم از بین رفت (خشک شدن بستر کاملاً مشهود بود). میکروارگانیسم انتخاب شده توانست بر تجمع متابولیت‌ها تأثیر بگذارد. زیرا نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی نشان داد، سویه توانایی زیادی درتغییر، افزایش وکاهش درصد اسیدهای چرب اشباع (Saturated) و غیر اشباع (Unsaturated) بستر در مقایسه با بستر شاهد داشت. بعلاوه میزان افزایش درصد اسیدهای چرب اشباع بیشتر از اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش اسیدهای چرب امگا ۳ بیشتر از امگا ۶ بود. قابل ملاحظه‌ترین افزایش‌ها دراسید چرب پالمتیک (Palmitic) ، اسید استئاریک (Stearic) و بالاترین میزان افزایش درکاهش، در اسید لینولئیک (Linoleic acid) و اسید اولئیک بود، که این کاهش دراسید لینولئیک بیشتر ازاسید لینولنیک (Linolenic acid) نیز بود (جدول ۱). میزان افزایش در دو اسید چرب اشباع معروف، اسید پالمتیک (C 16 : 0) اولین اسید چرب اشباع شده‌ای که در طول سنتز اسیدهای چرب تولید می‌شود به میزان ۲۶/۹۰+ درصد و اسید استئاریک (C 18:0) دیگر اسید چرب اشباع زنجیره بلند با میزان ۱۸/۹۸۱ + درصد بیشتر مشهود بود (جدول ۱). در حالی که نتایج بررسی بعد از افزودن ساکارز بر میزان اسیدهای چرب نشان داد، دو اسید چرب اشباع معروف پالمتیک (C 16: 0) با میزان ۳۲/۱۶+ درصد و اسید استئاریک (C18:0) دیگر اسید چرب اشباع زنجیره بلند با میزان ۲۲/۳۳+ درصد دارای افزایش بیشتری نسبت به بستر اول (فاقد ساکارزافزوده شده) بود. بعلاوه درتغییرات میزان اسیدهای چرب غیراشباع بستر، اسید اولئیک (C18:1c) چربی امگا ۹ با میزان ۲۰/۶۹- درصدو اسید لینولئیک (C18:2c) باعدد ۱۴/۸۰- درصد نسبت به بستر اول نرخ کاهشی بیشتری نشان داد که این کاهش دراسید لینولئیک بیشتر بود (جدول ۲). بطور کلی مقایسه اسیدهای چرب شاخص در دوبستر فاقد ساکارز و حاوی ساکارز نشان داد، افزایش اسید چرب پالمتیک ، اسید استئاریک و میزان کاهش اسید لینولئیک، اسیداولئیک در محیط حاوی ساکارز مشهودتر بود (جداول ۱ و ۲).

جدول ۱. نتایج ترکیب اسیدهای چرب (درصد اسیدهای چرب کل) بستربدون ساکارز (B) در مقایسه با بستر شاهد (A)

(دما /تلقیح / طوبت) (˚C 37-4% -65%)			
اسیدهای چرب	A /شاهد	B / بعد از تخمیر	درصد میزان تغییرات (B-A)
C۱۲:۰	۱.۵۵	۱.۳۹۹	+۰.۱۵۱
C۱۴:۰	۱.۲۶	۱.۵۰۷	+۰.۲۴۷
C۱۵:۰	۰.۲۶	۰.۶۴۴	+۰. ۳۸۴
C۱۶:۰	۱۸.۵۷	۲۶.۹۰	+۸.۳۳
C۱۶:۱	۰.۲۱	۰.۲۵۸	+۰.۰۴۸
C۱۷:۰	۰.۲۲	۰.۲۹۷	+۰.۰۷۷
C۱۷:۱	ND	۰.۰۷۳	+۰.۰۷۳
C۱۸:۰	۱۳.۳۵	۱۸.۹۸۱	+۵.۶۳۱
C۱۸:۱t	۰.۳۴	۰.۴۶۹	+۰.۱۲۹
C۱۸:۱c	۲۷.۴۵	۲۲.۹۶۵	-۴.۴۸۵
C۱۸:۲t	۰.۲۹	۰.۲۷۸	-۰.۰۱۲
C۱۸:۲c	۳۰.۴۱	۲۰.۲۶۸	-۱۰.۱۴۲
C۲۰:۰	۰.۶۸	۰.۴۵۲	-۰.۲۲۸
C۲۰:۱	۰.۱۳	۰.۰۲۳	-۰.۱۰۷
C۲۱:۰	ND	۰.۲۴۹	+۰.۲۴۹
C۲۲:۰	۰.۵۱	۰.۲۶۱	-۰.۲۴۹
C۲۴:۰	۰.۵۶	۰.۶۴۲	+۰.۰۸۲
C۲۴:۱	۰.۰۷	۰.۱۴۹	+۰.۰۷۹

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1402.18.3.8.9]

جدول ۲. نتایج ترکیب اسیدهای چرب (درصد اسیدهای چرب کل) بستر حاوی ۳٪ ساکارز (**B**) در مقایسه با بستر شاهد (**A**)

(دما /تلقیح /طوبت) (°C 37- 4% -65%)			
اسیدهای چرب	A/ شاهد	B/ بستر حاوی ۳٪ ساکارزاضافه	میزان تغییرات (B-A)
C۱۲:۰	۱.۵۵	۰.۶۲	-۰.۹۳
C۱۴:۰	۱.۲۶	۰.۷۵	-۰.۵۱
C۱۴:۱	۰.۴۱	ND	-۰.۴۱
C۱۵:۰	۰.۲۶	ND	-۰.۲۶
C۱۵:۱	۰.۲۹	ND	-۰.۲۹
C۱۶:۰	۱۸.۵۷	۳۲.۱۶	+۱۳.۵۹
C۱۶:۱	۰.۲۱	۰.۷۳	+۰.۵۲
C۱۷:۰	۰.۲۲	۰.۶۴	+۰.۴۲
C۱۷:۱	ND	۰.۱۱	+۰.۱۱
C۱۸:۰	۱۳.۳۵	۲۲.۳۳	+۸.۹۸
C۱۸:۱t	۰.۳۴	۰.۳۵	+۰.۰۱
C۱۸:۱c	۲۷.۴۵	۲۰.۶۹	-۶.۷۶
C۱۸:۲t	۰.۲۹	ND	-۰.۲۹
C۱۸:۲c	۳۰.۴۱	۱۴.۸۰	-۱۵.۶
C۱۸:۳t	ND	ND	ND
C۱۸:۳c	۱.۹۲	۰.۹۸	-۰.۹۴
C۲۰:۰	۰.۶۸	۰.۵۴	-۰.۱۲
C۲۰:۱	۰.۱۳	۰.۰۴	-۰.۰۹
C۲۰:۲	ND	ND	ND
C۲۲:۰	۰.۵۱	۰.۳۷	-۰.۱۴

• بحث

تنوع متابولیک (Metabolic) در میان گونه‌ها و سویه‌ها سازگاری، ادغام و تعامل متفاوت با میکروب های ساکن را توضیح می دهد. در حالی که ظرفیت بعضی از سویه‌های بیفیدوباکتریوم به عنوان تخریب‌کننده‌های اولیه کربوهیدرات‌های پیچیده گیاهی رژیمی اثبات می‌کند ، تغذیه متقاطع متابولیک با تحریک رشد سبب تسهیل کردن تجزیه‌کننده‌های ثانویه می باشد. می تواند منجر به تولید بیشتر متابولیت های مرتبط با سلامتی مانند اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه شده ، مزایای تولید بیفیدوباکتری‌ها را ارائه می دهد (۳، ۱). زیرا کربوهیدرات‌ها عامل مهم کلونیزاسیون (Colonization) برای بیفیدوباکتریوم ها هستند. بطور کلی یک فرآیند تخمیر مؤثر، به انتخاب مناسب میکروارگانیسم، رفتار و رشد میکروارگانیسم در بستر، توانایی تجزیه ی بستر ، بازده تولید محصول خاص، مقاومت به حرارت ،pH و ایمنی محصول تخمیر شده برای انسان بستگی دارد (۱۳). بعلاوه زمان تخمیر، درصد رطوبت، میزان تلقیح و دما ازشرایط مؤثر در SSF می‌باشد (۲۸- ۲۴). تغییرات ایجاد شده بعد از تخمیر ، pH کاهش یافته دراین مطالعه می‌تواند مربوط به اسید استیک تولید شده در طی پروسه تخمیر باشد (۱۵). بعلاوه سنتز اسیدهای آمینه درنتیجه تخمیر اسید لاکتیک (۲۴) وترکیبات آزاد شده از هیدرولیز پروتئین‌ها نیز به بافری کردن محیط و افت شدید pH کمک کرده، PH اسیدی تر باعث تسریع رشد گونه ی بیفیدوباکتریوم می‌شود(۱۹ ، ۲۱). زیرا در نتیجه تخمیر، هیدرولیز پروتئین‌ها افزایش یافته ، پپتیدها و اسید آمینه‌های کوچک تجزیه می شود. بنابراین دسترسی زیستی آنها افزایش می یابد (۱۹). همچنین انواع زیادی از پپتیدها را نیز تولید می‌کند که برخی از آنها دارای فعالیت‌های بیولوژیکی هستند. که این "پپتیدهای زیست فعال" (Bioactive peptides) از دیدگاه تغذیه و مراقبت‌های بهداشتی با ارزش می‌باشند (۲۹). زمان نیز از عوامل مهم در تخمیر می‌باشد. زمان پایدار، طول تخمیر را کوتاه کرده و کیفیت محصولات حاصل از تخمیر را بهبود می‌بخشد. اگر زمان تخمیر کمتر از میزان مناسب باشد، غلظت محصول نهایی کم و اگر طولانی باشد مقدار بیشتری مواد مغذی مصرف، در نتیجه تعداد باکتری کم و اتو فاژی رخ می‌دهد (۲۸). نتایج کاهش سطح pH همسو با مطالعه de Olmos و همکاران در ۲۰۱۷ بود(۱۷). همچنین Li و همکاران در ۲۰۱۸ بیان کردند pH محصول تخمیر شده کاهش تدریجی را در مرحله اولیه تخمیر نشان می‌دهد و سپس ثابت می‌ماند

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.17357756.1402.18.3.8.9]

(۲۱). de Olmos و همکاران در تحقیق دیگری در ۲۰۲۲ شرایط بهینه تخمیر در رطوبت بستر ۶۵ درصد، دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و تلقیح ۴ درصد را در تخمیر کنجاله سویا گزارش کردند (۲۷، ۲۳). شرایط و نتایج این مطالعه همسو با تحقیق کنونی بود. درباره دلایل خشک شدن بستر بعد از پروسه تخمیر می‌توان بیان نمود، میزان رطوبت بستر نیزعامل تأثیرگذار بر کیفیت محصول نهایی است. رطوبت نامناسب، رشد میکروارگانیسم و ثبات pH را تحت تأثیر قرار می دهد (۲۸). زیرا میکروارگانیسم‌ها جهت رشد نیازمند بسترهای مغذی می‌باشند. بنابراین، خشکی بستر با ایجاد شرایط نامناسب تخمیر، نقش کلیدی در عدم توانایی رشد سلولی و مرگ باکتری‌ها ، تجمع محصولات تولیدی در طی فرآیند تخمیر حالت جامد ایفا می‌کند. زیرا رطوبت بیش از حد باعث کاهش تخلخل ماتریکس، کاهش انتقال اکسیژن، گرما و افزایش خطر آلودگی به مایکوتوکسین (Mycotoxin) می گردد. درمقابل، رطوبت کم باعث کاهش و کند شدن انتشار مواد مغذی و متابولیت ها شده که می‌تواند دلیل محدودیت رشد میکروارگانیسم‌ها، از دست دادن قابلیت زنده ماندن و مانعی برای ادامه رشد باکتری باشد (۲۸). افزون بر این، محتوای اسید لاکتیک با رطوبت اولیه مناسب در طول SSF افزایش یافته، در مقابل مقدار pH کاهش می‌یابد.که این کاهش هنگام تخمیر عامل مهمی برای رشد سلولی است. از طرفی تلقیح مناسب نیز عامل کلیدی برای موفقیت درتخمیر است. اندازه اولیه ۴ درصد تلقیح، مناسب برای تخمیر باکتری و رشد آن بود. نتیجه همسو با مطالعه de Olmos و همکاران (۲۰۲۲) بود (۲۳).

همچنین علیرغم اینکه بیفیدو باکترها توان تولید اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه را دارند، تغییرات میزان اسیدهای چرب غیراشباع بستر، اسید لینولئیک (C18:2c) بامیزان ۲۰/۲۶۸- درصد ، اسیداولئیک (C18:1c) چربی امگا ۹ بامیزان ۲۲/۹۶۵- درصد در مقایسه با بستر شاهد نرخ کاهشی بیشتری نشان دادکه این کاهش بسیاربا ارزش می‌باشد. اسید لینولئیک یک نوع چربی یا اسید چرب است که در روغن‌های گیاهی، آجیل، دانه‌ها و محصولات حیوانی یافت می‌شود. این ماده یک اسید چرب امگا ۶ ضروری است ولی در مقادیر کم مورد نیاز بدن انسان می‌باشد. با این حال، مقادیر بیش از حد آن می‌تواند به سلامت انسان آسیب برساند. بعلاوه فرم ترانس اولئیک اسید که الائیدیک اسید (Elaidic acid) نامیده می‌شود ، در صنعت طی فرآیند هیدروژناسیون جهت تبدیل روغن‌های مایع به روغن‌های جامد تولید می‌شود، مضر است. بطور کلی مقایسه اسیدهای چرب شاخص دو بستر نشان داد، افزایش اسیدچرب پالمتیک ، اسید استئاریک و میزان افزایش در کاهش اسید لینولئیک، اسیداولئیک هنگامی که ساکارز به محیط اضافه شد بیشتر بود که این افزایش بیشتر با میزان کاهش بیشتر pH همراه بود. عامل این افزایش تغییرات می‌تواند، بدلیل غلظت بالاتر اسید لاکتیک تولیدشده از ساکارز باقیمانده در محیط هنگام تخمیرباشد که درنتیجه، غلظت اسید لاکتیک باعث اسیدی شدن بیشتر محیط، افت بیشتر pH و ایجاد تغییرات متفاوت در تولید و تغییر میزان اسیدهای چرب گردید. با توجه به اینکه تخمیر حالت جامد با استفاده از دانه‌های سویا یک رویکرد جدید است. این مطالعه نشان داد، کنجاله سویا نیز می‌تواند یک حامل غذایی بالقوه برای *بیفیدوباکترلاکتیس* سویه *BBO4* در تخمیر حالت جامد و یک جایگزین اقتصادی ارزشمند بهتر برای استفاده در تولید اسیدهای چرب نیز باشد . علاوه براین، یک فناوری سبز با خواص تغذیه‌ای بهبود یافته در جهت تولید غذاهای مشتق شده از سویا نیز می‌باشد (۱۷).

نتیجه گیری

باکتری انتخابی جهت تخمیرکنجاله سویا همچنین انتخاب میزان رطوبت بستر و سایر شرایط مانند دما و زمان مورد استفاده مناسب و مؤثر بود (۲۸). با توجه به نتایج، از فناوری‌های پایدار مانند SSF می‌توان برای طراحی غذاهای جامد مبتنی برکنجاله سویا با خواص غذایی و عملکردی جذاب استفاده کرد. زیرا با توجه به نتایج ،کنجاله سویا می تواند یک کاندید گیاهی عالی، یک جایگزین جذاب و اقتصادی برای تولید اسیدهای چرب و غذاهای کاربردی (۷) جهت عرضه محصولات جدید به بازار باشد.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که این تحقیق در غیاب هر گونه روابط تجاری یا مالی که می‌تواند به عنوان تضاد منافع بالقوه تعبیر شود، انجام شده است.

سپاس گزاری

این پژوهش با پشتیبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شماره گرنت: ۷۶۵۷۶ انجام شده است.

نویسندگان این مقاله از آزمایشگاه دانشکده کشاورزی تهران به خاطر در اختیار گذاشتن باکتری و از شرکت دامپروری زارع برای در اختیار قراردادن کنجاله سویا سپاسگزاری می‌نمایند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1402.18.3.8.9]

References

1. O'Callaghan A, Van Sinderen D. Bifidobacteria and their role as members of the human gut microbiota. Frontiers in microbiology. 2016;7:925.
2. Kim JY, Bang S-J, Kim J-Y, Choi EJ, Heo K, Shim J-J, et al. The Probiotic Strain Bifidobacterium animalis ssp. lactis HY8002 Potentially Improves the Mucosal Integrity of an Altered Intestinal Microbial Environment. Frontiers in microbiology. 2022:1573.
3. Derrien M, Turroni F, Ventura M, van Sinderen D. Insights into endogenous Bifidobacterium species in the human gut microbiota during adulthood. Trends in Microbiology. 2022; 30(10): 940-7
4. Rivière A, Selak M, Lantin D, Leroy F, De Vuyst L. Bifidobacteria and butyrate-producing colon bacteria: importance and strategies for their stimulation in the human gut. Frontiers in microbiology. 2016;7:979.
5. Wong CB, Odamaki T, Xiao J-z. Insights into the reason of Human-Residential Bifidobacteria (HRB) being the natural inhabitants of the human gut and their potential health-promoting benefits. FEMS microbiology reviews. 2020;44(3):369-85.
6. Thursby E, Juge N. Introduction to the human gut microbiota. Biochemical journal. 2017;474(11):1823-36.
7. Zuo F, Chen S, Marcotte H. Engineer probiotic bifidobacteria for food and biomedical applications-Current status and future prospective. Biotechnology Advances. 2020;45:107654.
8. Chen J, Chen X, Loong HC. Recent development of probiotic Bifidobacteria for treating human diseases. Frontiers in bioengineering and biotechnology. 2021:1371.
9. Jungersen M, Wind A, Johansen E, Christensen JE, Stuer-Lauridsen B, Eskesen D. The Science behind the Probiotic Strain Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12®. Microorganisms. 2014;2(2):92-110.
10. Mao K, Gao J, Wang X, Li X, Geng S, Zhang T, et al. Bifidobacterium animalis subsp. lactis BB-12 Has Effect Against Obesity by Regulating Gut Microbiota in Two Phases in Human Microbiota-Associated Rats. Frontiers in Nutrition. 2021;8.
11. Garro MS, Rivas FP, Garro OA. Solid state fermentation in food processing: Advances in reactor design and novel applications. 2021.
12. Chen Y, Wang Y, Chen J, Tang H, Wang C, Li Z, et al. Bioprocessing of soybeans (Glycine max L.) by solid-state fermentation with Eurotium cristatum YL-1 improves total phenolic content, isoflavone aglycones, and antioxidant activity. RSC advances. 2020;10(29):16928-41.
13. Yafetto L. Application of solid-state fermentation by microbial biotechnology for bioprocessing of agro-industrial wastes from 1970 to 2020: A review and bibliometric analysis. Heliyon. 2022:e09173.
14. Cerda A, Artola A, Barrena R, Font X, Gea T, Sánchez A. Innovative production of bioproducts from organic waste through solid-state fermentation. Frontiers in Sustainable Food Systems. 2019;3:63.
15. Yao Y, Li H, Li J, Zhu B, Gao T. Anaerobic solid-state fermentation of soybean meal with Bacillus sp. to improve nutritional quality. Frontiers in Nutrition. 2021:552.
16. de Oliveira NS, Ha N, da Cunha L, Cipriani LA, Neto AT, Skoronski E, et al. Fermentation of Soybean Meal with Lactobacillus acidophilus Allows Greater Inclusion of Vegetable Protein in the Diet and Can Reduce Vibrionacea in the Intestine of the South American Catfish (Rhamdia quelen). Animals. 2022;12(6):690.
17. de Olmos AR, Deza MAC, Garro MS. Selected lactobacilli and bifidobacteria development in solid state fermentation using soybean paste. Revista Argentina de Microbiología. 2017;49(1):62-9.
18. Deza MAC, de Olmos AR, Garro MS. Solid state fermentation to obtain vegetable products bio-enriched with isoflavone aglycones using lactic cultures. Revista Argentina de Microbiología. 2019;51(3):201-7.
19. Qin P, Wang T, Luo Y. A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development. Journal of Agriculture and Food Research. 2022;7:100265.
20. Abdul Manan M, Webb C. Modern microbial solid state fermentation technology for future biorefineries for the production of added-value products. Biofuel Research Journal. 2017;4(4):730-40.
21. Su L-W, Cheng Y-H, Hsiao FS-H, Han J-C, Yu Y-H. Optimization of Mixed Solid-state Fermentation of Soybean Meal by Species and. Polish Journal of Microbiology. 2018;67(3):297-305.
22. Soccol CR, da Costa ESF, Letti LAJ, Karp SG, Woiciechowski AL, de Souza Vandenberghe LP. Recent developments and innovations in solid state fermentation. Biotechnology Research and Innovation. 2017;1(1):52-71.
23. de Olmos AR, Garro OA, Garro MS. Behavior study of Bifidobacterium longum using solid state fermentation from commercial soybean meal. LWT. 2022;157:113101.
24. Rui X, Wang M, Zhang Y, Chen X, Li L, Liu Y, et al. Optimization of soy solid- state fermentation with selected lactic acid bacteria and the effect on the anti-nutritional components. Journal of Food Processing and Preservation. 2017;41(6):e13290.
25. GAO Y-l, WANG C-s, ZHU Q-h, QIAN G-y. Optimization of solid-state fermentation with Lactobacillus brevis and Aspergillus oryzae for trypsin inhibitor degradation in soybean meal. Journal of Integrative Agriculture. 2013;12(5):869-76.
26. Azari SR, Hojjatoleslamy M, Mousavi ZE, Kiani H, Jalali SMA. Production and Optimization of Conjugated Linoleic and Eicosapentaenoic Acids by Bifidobacterium lactis in Cold-Pressed Soybean Cake. Frontiers in Nutrition. 2022;9.
27. Akpabli-Tsigbe NDK, Ma Y, Ekumah J-N, Osabutey J, Hu J, Xu M, et al. Novel solid-state fermentation extraction of 5-O-caffeoylquinic acid from heilong48 soybean using Lactobacillus helviticus: Parametric screening and optimization. LWT. 2021;149:111809.
28. Yang L, Zeng X, Qiao S. Advances in research on solid-state fermented feed and its utilization: The pioneer of private customization for intestinal microorganisms. Animal Nutrition. 2021;7(4):905-16.
29. Raveschot C, Cudennec B, Coutte F, Flahaut C, Fremont M, Drider D, et al. Production of bioactive peptides by Lactobacillus species: from gene to application. Frontiers in Microbiology. 2018;9:2354.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1402.18.3.8.9]

Screening of Fatty Acid Production by *Bifidobacterium lactis* in Soybean Cakes

Rafi Azari S[1], Hojjatol Esalami M[2], Ebrahimzadeh Mousavi Z[*3], Kiani H[4], Jalali M.A[5]

1- PhD Student, Department of Agriculture and Food Industry, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

2- Associate Professor, Department of Agriculture and Food Industry, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran

*3- *Corresponding author: Assistant Professor, Biological Processes and Biodiagnosis Laboratory, Food Science and Engineering Department, Agriculture and Natural Resources Campus, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: Zeinab.mosavi@ut.ac.ir*

4- Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Shahrekord Branch, Shahrekord, Iran

5- Assistant Professor, Nutrition and Organic Products Research Center (RCNOP), Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.

Received 14 Apr, 2023 **Accepted 25 Jun, 2023**

Background and Objectives: Microbial fermentation using solid substrates offers a safe, cost-effective straightforward approach for generating valuable organic acids, constituting the third-tier product category in addition to enzymes and secondary metabolites. This study investigated potentials of soybean meal paste as a substrate without the need of additional supplements, with the specific aim of propagating probiotic cultures and assessing performance of *Bifidobacterium lactis* in fatty acid production.

Materials & Methods: A homogenized soybean meal paste was prepared with an initial moisture content of 65% to begin solid-bed fermentation. This paste was inoculated with 4% of microbial culture and then incubated at 37 °C.

Results: After 24 h of fermentation, strain showed significant acidification and increases in cell numbers. Moreover, the microorganism demonstrated significant capacity to modulate levels of saturated and unsaturated fatty acids within the media, in contrast to the control media. The fatty acid composition shifted to a higher proportion of saturated fatty acids as well as further decreases in omega-3 acid than omega-6 fatty acid. Inoculation of the bacteria at 4% with substrate fermentation led to significant increases in the microbial population to 9.98 log CFU/g and decreases in pH levels to 5.1 at the optimal temperature of 37 °C.

Conclusion: The soybean paste demonstrates potentials as a carrier for this probiotic microorganisms, facilitating fatty acid production. This microorganism enhanced nutritional and functional characteristics of the substrate, rendering soybean meal an appealing option for the production of innovative products for market consumers. The findings suggest promising solutions for the cost-effective and sustainable production of organic acids and fatty acids using solid substrates and probiotic microorganisms.

Keywords: *Bifidobacterium lactis*, probiotic, Fatty acids, Soybean meal, Solid state fermentation

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1402.18.3.8.9]