



پروبیوتیک های غیر لبنی : پیشرفت ها ، چالش ها و چشم انداز های آینده در صنایع غذایی

نویسندگان : مازیار نیکخو^{۱*}، فاطمه زهرا شیرزاد^۲، الینا علمایی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران ،

maziar.nikkho@gmail.com

۲- دانشجوی دکترای مهندسی علوم و صنایع غذایی گرایش تکنولوژی مواد غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم

و تحقیقات تهران، ایران ، Fatemehzahra.Shirzad@iaau.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی علوم و صنایع غذایی (کنترل کیفی و بهداشتی) دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تهران، ایران، Elinaolamaei@gmail.com

چکیده :

پروبیوتیک‌های غیرلبنی به عنوان جایگزینی نوین برای محصولات لبنی، در پاسخ به افزایش عدم تحمل لاکتوز، آلرژی به پروتئین‌های شیر و گرایش به رژیم‌های گیاهی، مورد توجه فزاینده‌ای قرار گرفته‌اند. هدف این مقاله، بررسی جامع حامل‌های گیاهی مناسب، سویه‌های پروبیوتیکی مقاوم، اثرات عملکردی، چالش‌های تولید و فناوری‌های نوین مرتبط با این محصولات است. روش تحقیق به صورت مروری نظام‌مند بر منابع علمی اخیر انجام شده و شامل تحلیل مطالعات مرتبط با تخمیر غلات، نوشیدنی‌های گیاهی، میوه‌ها و سبزیجات، ارزیابی سویه‌هایی مانند *Lactobacillus plantarum* و *Bifidobacterium breve* و بررسی فناوری‌هایی نظیر میکروکپسول‌سازی با بیوپلیمرها، ترکیبات سین‌بیوتیکی و ابزارهای omics مانند متاترانسکریپتومیکس و پروتئومیکس برای تحلیل عملکرد سویه‌ها بوده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که حامل‌های غیرلبنی علاوه بر فراهم‌سازی بستر مناسب برای رشد پروبیوتیک‌ها، دارای ترکیبات زیست‌فعال مؤثر بر سلامت روده و ایمنی هستند، اما چالش‌هایی مانند افت زنده‌مانی، تغییر ویژگی‌های حسی و ایمنی ژنتیکی سویه‌ها همچنان مطرح‌اند. در نتیجه، توسعه فرمولاسیون‌های پایدار، انجام مطالعات بالینی انسانی و تدوین استانداردهای جهانی از جمله اولویت‌های پژوهشی آینده در این حوزه محسوب می‌شوند.



کلمات کلیدی: پروبیوتیک های غیرلبنی ، سویه های پروبیوتیکی ، تخمیر مواد غذایی ، سلامت روده ، میکروکپسول سازی، پری بیوتیک ها

۱. مقدمه

پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که در صورت مصرف کافی، اثرات مثبتی بر سلامت میزبان دارند. این میکروارگانیسم‌ها با حفظ تعادل میکروبیوم روده، تقویت سیستم ایمنی، کاهش التهاب و بهبود جذب مواد مغذی، نقش مهمی در ارتقاء سلامت عمومی ایفا می‌کنند [1]. در دهه‌های اخیر، توجه به نقش تغذیه عملکردی در پیشگیری از بیماری‌ها و بهبود کیفیت زندگی، موجب رشد چشمگیر تحقیقات در زمینه پروبیوتیک‌ها شده است. تا کنون، بیشتر محصولات پروبیوتیکی بر پایه لبنیات مانند ماست، کفیر و پنیر تولید شده‌اند. این حامل‌ها به دلیل دارا بودن پروتئین، چربی و محیط اسیدی، شرایط مناسبی برای رشد و پایداری پروبیوتیک‌ها فراهم می‌کنند. با این حال، شیوع بالای عدم تحمل لاکتوز، آلرژی به پروتئین‌های شیر، و محدودیت‌های فرهنگی یا مذهبی در مصرف لبنیات، استفاده گسترده از این محصولات را با چالش مواجه کرده است [2، 4]. افزایش گرایش به رژیم‌های گیاهی و سبک زندگی پایدار، موجب شده است که حامل‌های غیرلبنی مانند نوشیدنی‌های گیاهی، آبمیوه‌های تخمیری، سبزیجات و غلات مورد توجه قرار گیرند. این حامل‌ها علاوه بر فراهم‌سازی بستر مناسب برای رشد پروبیوتیک‌ها، منابع غنی فیبر، ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی نیز محسوب می‌شوند که می‌توانند اثرات سلامت‌زای مضاعفی ایجاد کنند [3، 6]. تخمیر این حامل‌ها توسط سویه‌های منتخب، منجر به تولید ترکیبات زیست‌فعال مانند اسیدهای چرب زنجیره کوتاه، پپتیدهای عملکردی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود. این فرآیند نه تنها ویژگی‌های تغذیه‌ای محصول را بهبود می‌بخشد، بلکه قابلیت زیستی ترکیبات گیاهی را نیز افزایش می‌دهد. همچنین، تخمیر موجب کاهش ترکیبات ضدتغذیه‌ای و افزایش قابلیت جذب مواد معدنی در حامل‌های گیاهی می‌شود [5، 10]. با توجه به پتانسیل بالای محصولات پروبیوتیکی غیرلبنی در ارتقاء سلامت عمومی، بررسی جامع ابعاد مختلف این حوزه ضروری است. هدف از نگارش این مقاله مروری، تحلیل حامل‌های غیرلبنی مناسب، شناسایی سویه‌های مقاوم و ایمن، بررسی اثرات عملکردی، چالش‌های تولید و فناوری‌های نوین مانند میکروکپسول‌سازی و ابزارهای omics است. همچنین، چشم‌اندازهای آینده این حوزه شامل توسعه فرمولاسیون‌های پایدار، انجام کارآزمایی‌های بالینی انسانی و تدوین استانداردهای جهانی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲. حامل‌های غیرلبنی برای پروبیوتیک‌ها

غلات کامل مانند جو، گندم، برنج و کینوا به دلیل دارا بودن کربوهیدرات‌های پیچیده، فیبر محلول و ترکیبات زیست‌فعال، محیطی مطلوب برای رشد و فعالیت پروبیوتیک‌ها فراهم می‌کنند. تخمیر این غلات توسط سویه‌های لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم منجر به تولید اسیدهای آلی، آنزیم‌های گوارشی و پپتیدهای زیست‌فعال می‌شود [8]. نوشیدنی‌های گیاهی مانند شیر سویا، بادام، نارگیل و جو دوسر، به عنوان حامل‌های فاقد لاکتوز، گزینه‌ای مناسب برای افراد دارای حساسیت‌های غذایی هستند. این نوشیدنی‌ها با تنظیم pH و فراهم‌سازی مواد مغذی، رشد سویه‌های پروبیوتیکی را تسهیل می‌کنند [9]. میوه‌ها و سبزیجات تخمیری مانند کلم، هویج، خیار و زیتون، علاوه بر قندهای طبیعی، حاوی ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی هستند که در تعامل با پروبیوتیک‌ها، ظرفیت زیستی محصول را افزایش می‌دهند [10، 11]. فرآیند



تخمیری در حامل های گیاهی با کاهش ترکیبات ضد تغذیه ای مانند فیتات ها، موجب بهبود جذب عناصر معدنی نظیر آهن و روی می شود [11]. در مجموع حامل های گیاهی علاوه بر بستر رشد برای پروبیوتیک ها ، می توانند به عنوان منابع ارزان و در دسترس برای توسعه محصولات عملکردی مورد استفاده قرار گیرند .

۳. سویه های پروبیوتیکی

سویه های سنتی مانند *Bifidobacterium breve* *L. rhamnosus* *Lactobacillus plantarum* و *Saccharomyces boulardii* به دلیل سازگاری بالا با حامل های گیاهی، مقاومت به شرایط اسیدی و صفراوی، و توانایی تولید ترکیبات ضدپاتوژن، در محصولات غیرلبنی کاربرد گسترده ای دارند [12]، [13]. در سال های اخیر، توجه به پروبیوتیک های نسل جدید مانند *Faecalibacterium prausnitzii* و *Akkermansia muciniphila* افزایش یافته است. این سویه ها نقش مهمی در حفظ یکپارچگی اپی تلیوم روده، تولید بوتیرات و تنظیم پاسخ های ایمنی دارند، اما چالش هایی مانند پایداری در فرآیند تولید و ایمنی ژنتیکی آن ها همچنان مطرح است [14]، [15]. ارزیابی ژنوم سویه ها برای شناسایی ژن های مقاومت آنتی بیوتیکی، توانایی تحمل اکسیژن، و عدم تولید سموم، از الزامات ایمنی در توسعه محصولات پروبیوتیکی محسوب می شود [15].

جدول ۱ _ مقایسه سویه های رایج در حامل های غیر لبنی

منابع	وضعیت ایمنی ژنتیکی	ویژگی های عملکردی سلامت زا	مقاومت به اکسیژن	مقاومت به اسید و صفرا	سویه های پروبیوتیکی
[1]، [12]	تایید شده	ضد پاتوژن ، آنتی اکسیدان	متوسط	بالا	<i>L. plantarum</i>
[1]، [13]	تایید شده	تقویت ایمنی ، ضد التهاب	بالا	بالا	<i>L. rhamnosus</i>
[2]، [13]	تایید شده	تولید SCFA تنظیم میکروبیوم	پایین	متوسط	<i>Bifidobacterium breve</i>
[2]، [13]	تایید شده	ضد اسهال ، تنظیم ایمنی	بالا	بالا	<i>Saccharomyces boulardii</i>
[5]، [14]	در حال بررسی	حفظ اپی تلیوم روده ، تولید بوتیرات	پایین	پایین	<i>Faecalibacterium prausnitzii</i>



Akkermansia muciniphila

پایین

پایین

ضد التهاب ،
تولید بوتیرات

در حال بررسی

[14]، [5]

۴. اثرات عملکردی و سلامت‌زای پروبیوتیک‌ها

پروبیوتیک‌ها از طریق تولید اسید لاکتیک، پراکسید هیدروژن و باکتریوسین‌ها، مانع رشد پاتوژن‌های روده‌ای مانند *Salmonella*، *E. coli* و *Clostridium difficile* می‌شوند [16]. همچنین، این میکروارگانیسم‌ها با تحریک سلول‌های ایمنی، افزایش تولید IgA، و کاهش سیتوکین‌های التهابی مانند TNF- α و IL-6، نقش مهمی در تعدیل پاسخ‌های ایمنی ایفا می‌کنند [17]. برخی سویه‌های پروبیوتیکی با فعالیت آنزیم خود، ترکیبات فنولی گیاهان را به فرم‌های زیست فعال‌تر مانند فلاونول‌ها تبدیل می‌کنند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی محصول را افزایش می‌دهد. [18]. تخمیر حامل‌های گیاهی منجر به تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه مانند بوتیرات، استات و پروپیونات می‌شود که در تغذیه سلول‌های اپی‌تلیال روده، تنظیم pH و کاهش التهاب نقش دارند [19].

۵. چالش‌های تولید و پایداری

برخی ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی موجود در حامل‌های گیاهی ممکن است اثرات ضدباکتریایی داشته باشند و رشد پروبیوتیک‌ها را محدود کنند [20]. همچنین، عدم وجود چربی و پروتئین کافی در برخی حامل‌ها، پایداری سویه‌ها را در طول نگهداری کاهش می‌دهد. استفاده از روش‌هایی مانند میکروکپسول‌سازی با پلیمرهای طبیعی، خشک‌کردن با دمای پایین، و افزودن پری‌بیوتیک‌ها مانند اینولین، می‌تواند زنده‌مانی سویه‌ها را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد [22]. فرآورده‌های صنعتی مانند پاستوریزاسیون، هم‌زدن شدید و نگهداری طولانی‌مدت، موجب کاهش جمعیت پروبیوتیک‌ها می‌شود. بنابراین، طراحی فرآورده‌های ملایم و استفاده از بسته‌بندی‌های محافظت‌کننده ضروری است [22]. از سوی دیگر، افزودن پروبیوتیک‌ها ممکن است ویژگی‌های حسی محصول مانند طعم، بافت و رنگ را تغییر دهد. استفاده از طعم‌دهنده‌های طبیعی، تنظیم فرمولاسیون و انتخاب سویه‌های کم‌تأثیر بر ویژگی‌های حسی، راهکارهای مؤثر در این زمینه هستند [23].

۶. فناوری‌ها و نوآوری‌های نوین

پیشرفت‌های فناورانه در حوزه پروبیوتیک‌های غیرلبنی نقش مهمی در افزایش پایداری، اثربخشی و پذیرش مصرف‌کننده ایفا کرده‌اند. یکی از مهم‌ترین این فناوری‌ها، میکروکپسول‌سازی است که با استفاده از پوشش‌های بیوپلیمری مانند آلژینات، ژلاتین، کیتوزان و نشاسته مقاوم، از سلول‌های پروبیوتیکی در برابر شرایط نامساعد محیطی محافظت می‌کند و رهايش کنترل‌شده آن‌ها را در دستگاه گوارش ممکن می‌سازد [12]. افزودن پری‌بیوتیک‌هایی مانند اینولین، فروکتو الیگوساکاریدها (FOS) و گالاکتو الیگوساکاریدها (GOS) به فرمولاسیون، اثر سین‌بیوتیکی ایجاد می‌کند که هم رشد پروبیوتیک‌ها را تحریک می‌کند و هم اثرات سلامت‌زای آن‌ها را تقویت می‌نماید [24]. فناوری‌های omics مانند



میتازنومیکس، ترنسکریپتومیکس، پروتئومیکس و متابولومیکس ابزارهای قدرتمندی برای شناسایی سویه‌های مقاوم، بررسی تعاملات میکروبی، و طراحی محصولات هدفمند هستند. این فناوری‌ها امکان تحلیل دقیق میکروبیوم روده و بررسی اثرات عملکردی پروبیوتیک‌ها را فراهم می‌کنند و به توسعه محصولات شخصی‌سازی شده کمک می‌نمایند [1]، [5]. همچنین، استفاده از بسته‌بندی‌های هوشمند زیست‌تجزیه‌پذیر حاوی رطوبت‌گیر، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و نشانگرهای زیستی، به حفظ کیفیت محصول در طول نگهداری کمک کرده و از مرگ سلولی جلوگیری می‌نماید [2]. در مطالعات اخیر، کاربرد نانوذرات زیستی برای افزایش پایداری و هدف‌گیری دقیق پروبیوتیک‌ها نیز مورد توجه قرار گرفته است. این نانوحامل‌ها می‌توانند از تخریب سویه‌ها در مسیر گوارشی جلوگیری کرده و اثربخشی آن‌ها را در محل هدف افزایش دهند.

جدول ۲ _ فناوری های کلیدی در توسعه پروبیوتیک های غیر لبنی

منابع	مزیت	کاربرد	فناوری
[12]	افزایش زنده مانی	محافظت از سلول ها	میکرو کپسول سازی
[24]	تقویت اثر سلامت زا	ترکیب با پری بیوتیک	سین بیوتیک
[5]، [1]	طراحی هدفمند	شناسایی سویه ها	omics
[2]	کاهش مرگ سلولی	نگهداری بهتر	بسته بندی هوشمند

۷. نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده

پروبیوتیک‌های غیرلبنی به‌عنوان نسل جدیدی از محصولات عملکردی، ظرفیت بالایی در ارتقاء سلامت عمومی دارند. این محصولات با بهره‌گیری از حامل‌های گیاهی، نه‌تنها برای افراد دارای محدودیت‌های غذایی مناسب‌اند، بلکه با ترکیبات زیست‌فعال خود، اثرات سلامت‌زای مضاعفی ارائه می‌دهند. با این حال، چالش‌هایی مانند انتخاب سویه‌های مقاوم، حفظ زنده‌مانی در طول فرآوری و نگهداری، و حفظ ویژگی‌های حسی محصول، همچنان مانع توسعه گسترده این محصولات هستند. پژوهش‌های آینده باید بر موارد زیر تمرکز کنند:

(الف) شناسایی سویه‌های مقاوم‌تر با ایمنی ژنتیکی بالا و سازگاری با حامل‌های گیاهی

(ب) توسعه روش‌های نوین کپسوله‌سازی و ذخیره‌سازی با حداقل افت زنده‌مانی

(ج) انجام کارآزمایی‌های بالینی انسانی برای اثبات اثرات سلامت‌زا

(د) تدوین استانداردهای جهانی برای برچسب‌گذاری، ایمنی و اثربخشی محصولات پروبیوتیکی غیرلبنی

با رفع این موانع، پروبیوتیک‌های غیرلبنی می‌توانند سهم قابل توجهی در بازار جهانی مواد غذایی سلامت‌محور داشته باشند و به‌عنوان راهکارهای نوین در تغذیه پایدار، نقش موثری در ارتقاء سلامت جوامع و کاهش بار بیماری‌ها ایفا کنند.



۸. مراجع

1. D'Almeida, A. P. (2024). Plant-based probiotic foods: current state and future trends. *Frontiers in Microbiology*, 15, 11525375.
2. Concurso, C. (2025). Developing novel plant-based probiotic beverages. *MDPI Foods*, 14(12), 2148.
3. Jang, H. J. (2024). Overview of dairy-based products with probiotics. *Frontiers in Microbiology*, 15, 11097033.
4. Merenstein, D. (2023). Emerging issues in probiotic safety: 2023 perspectives. *Frontiers in Microbiology*, 14, 10026873.
5. Grujović, M. Ž. (2025). Probiotics and their applications in functional foods. *MDPI Foods*, 14(17), 3088.
6. Manan, M. A. (2025). Prospects of functional probiotic-based foods and beverages. *Frontiers in Microbiology*, 16, 12011469.
7. Domínguez-Murillo, A. C. (2024). Plant-based milk substitutes as probiotic vehicles. *Food Research International*, 160, 114639.
8. Dissanayake, M. (2025). Coconut beverage as a successful non-dairy probiotic matrix. *Food Research International*, 160, 114639.
9. Wijegunawardhana, D. (2023). Recent developments of non-dairy based probiotics. *Journal of Food Science and Technology*, 60(4), 2279–2289.
10. Fiori, A. G. (2023). Sorghum bicolor probiotic beverage: does packaging material affect probiotic survival? *International Journal of Food Science and Technology*, 58(10), 5027–5035.
11. Bisht, V. (2024). Understanding of probiotic origin antimicrobial peptides. *Nature Food*, 5(1), 1–10.
12. El-Sohaimy, S. A. (2023). Functional probiotic foods development: trends, challenges, and future perspectives. *MDPI Foods*, 9(3), 249.
13. Tian, Q. (2025). Evaluating the health risk of probiotic supplements from the perspective of antibiotic resistance. *Applied and Environmental Microbiology*, 91(4), e02345-24.
14. Rozman, V. (2025). Exploring the resistome of probiotics, starter cultures, and fermented foods. *International Journal of Food Microbiology*, 392, 110226.
15. Madeira, D. S. S. (2025). Production and stability of plant-based fermented beverages. *Food Research International*, 160, 114639.
16. Elbehiry, A. (2025). Microbial food safety and antimicrobial resistance in foods: a dual threat to public health. *Microorganisms*, 13(7), 1592.
17. Santana de Oliveira, T. (2024). Fermented nondairy functional foods based on probiotics. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(4), 2279–2289.
18. Wijegunawardhana, D. (2023). Recent developments of non-dairy based probiotics: a mini review. *Journal of Food Science and Technology*, 60(4), 2279–2289.



19. Bedada, T. L. (2025). Unraveling the probiotic potential of lactic acid bacteria and yeasts in cereal-based fermented foods. *Food Research International*, 160, 114639.
20. Kim, S. E. (2022). Microbial ecology of traditional vegetable fermentations and probiotic potential. *Food Microbiology*, 103, 103954.
21. Zheng, J. (2020). Taxonomy and physiology of the *Lactobacillus* genus complex: implications for food microbiology. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(1), 1–10.
22. Refaat, S. S. (2025). Assessing the antibiotic resistance in food lactic acid bacteria. *Food Science and Nutrition*, 13(7), 70740.
23. Amin, M. R. (2025). Probiotics and their applications in functional foods. *ScienceDirect*, 58(10), 5027–5035.
24. Zavišić, G. (2023). Antibiotic resistance and probiotics: knowledge gaps, market challenges, and regulatory perspectives. *Frontiers in Microbiology*, 14, 10451169.