

بررسی خواص پُست بیوتیک‌ها و کاربرد آنها در طبابت

پوهنمل محمد نعیم علی‌زاده *۱، پوهنوال عبدالرحمن عثمانی *۱، پوهنیار سید رحیم نیکمل *۱
۱- دیپارتمنت پاراکلینیک، پوهنځی علوم وترنری، پوهنتون کابل، کابل افغانستان
۲- دیپارتمنت بیولوژي، پوهنځی بیولوژي، کابل پوهنتون، کابل، افغانستان
۳- دیپارتمنت بیولوژي، پوهنځی تعلیم و تربیه، وردگ پوهنتون، میدان وردگ، افغانستان
مسؤل لیکوال برېښنالیک: naiemalizada4455@gmail.com تلیفون شمېره: ۰۰۹۳۷۸۷۴۷۲۰۰۰

لنډيز

پست بیوتیک‌ها محصولات جانبي تخمر باکتری‌های پروبیوتیک اند. هنگامی که باکتری‌های پروبیوتیک برای رشد شان از برخی انواع مشخص فایبر تغذیه می‌کنند، محصولات زاید تولید می‌کنند که در مجموع پست بیوتیک نامیده می‌شوند. پست بیوتیک‌ها واجد اثرات مثبت زیادی روی میزبان اند که می‌توان به کاهش التهاب روده، کاهش چاقی و عدم تحمل انسولین، کاهش تکثر حجرات سرطانی در جگر، داشتن خواص ضد باکتریایی و عدم انتقال جین‌های حامل مقاومت انتی‌بیوتیکی اشاره نمود. استفاده از پست بیوتیک‌های حاصل شده از خمیرمایه‌ها و باکتری‌ها نیز در طبابت وترنری بشکل افزودنی‌های غذایی صورت می‌گیرد که نتایج قناعت بخشی را داده است. از این رو، دانستن خواص پست بیوتیک‌ها در جلوگیری و درمان بیماری‌های وابسته به سیستم هضمی کمک شایانی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: درمان، پروبیوتیک، باکتری، پست بیوتیک، محصولات جانبي.

د مقالې تاريخچه:

د مقالې ترلاسه کولو نېټه: ۱۴۰۲

د مقالې منلو نېټه: ۱۴۰۲

د مقالې خپرولو نېټه: ۱۴۰۲

ددې مقالې استاد:

علي زاده، محمدنعيم او همکاران (۱۴۰۲). د WNNJ مجلې لپاره د علمي مقالو د سپارلو لارښود او فارمټ. وردگ پوهنتون د طبيعي علومو داخلي مجله، ۱(۱): ۱۲۲-۱۳۱

دغه ژورنال د وردگ پوهنتون په چوکاټ کې د لوړو زدکړو وزارت د رسمي جواز پر اساس فعاليت کوي.



وردگ پوهنتون علمي څېړنيز نشرات (۱۴۰۵)

زموږ سره اړیکې:

ایمیل: info@wu.edu.af

موبایل:

آدرس: سیدآباد ولسوالی، ټوب دښته میدان وردگ ولایت- افغانستان

Assessment the Properties of postbiotics and their usage in medicine

Mohammad Naiem Alizada^{*}, Abdul Rahman Osmani^{1*}, Sayed Rahim Nikmal^{*1}

1.Paraclinic Department, Veterinary Faculty, Kabul University, Kabul, Afghanistan

۲.Paraclinic Department, Veterinary Faculty, Kabul University, Kabul, Afghanistan

3.Biology Department, Education Faculty, Wardak University, Maidan Wardak, Afghanistan

^{*}1Corresponding Email: naiemalizada4455@gmail.COM Phone Number :۰۰۹۳۷۸۷۴۷۲۰۰۰

Article History:

Received: 2024

Accepted: 2024

Online First: 2024

Citation:

Alizada, M, N, (2024).

Assessment the Properties of postbiotics and their usage in medicine to *Wardak Univ. Sci. Res. Nat. Sci. J* 2024;1:1-122-131

This is an open access article under the Higher Education license



Copyright: © 2026 Published by Wardak University.

Abstract

Postbiotics are byproducts of fermentation of probiotic bacteria. When probiotic bacteria feed on certain types of fibers for thrive, they produce waste products that are collectively called postbiotics. Postbiotics has positive effects on host that reducing gut inflammation, reducing obesity and insulin intolerance, reducing proliferation of neoplastic cells in liver, having antibacterial effects and not transferring antibiotic resistance genes can be mentioned. Also, postbiotics yielded from yeasts and bacteria is used in veterinary medicine as feed additives and has given satisfactory results. Hence, understanding properties of postbiotics worthy aids to prevent and treatment of digestive system associated diseases.

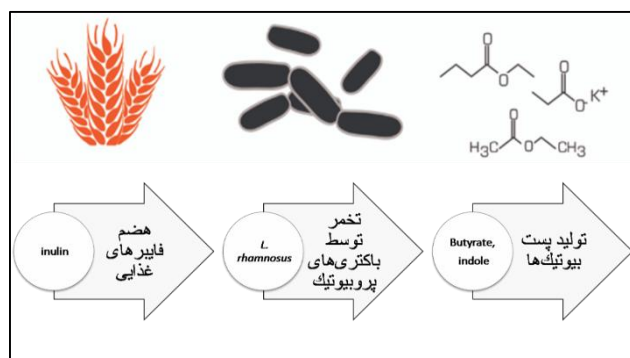
Key words: *treatment, probiotic, bacteria, postbiotics, byproducts.*

مقدمه

نوزاد انسان و حیوان پس از تولد باکتری‌های نورمال را با گرفتن فله‌ی مادر حاصل می‌کنند. این فلورای نورمال باکتریایی که حالا به مایکروبیوتا مشهوراند، در وظائف فیزیولوژیکی، ایمنونولوژیکی و تغذیه‌ای نقش حیاتی دارند. این باکتری‌ها با انسان و حیوانات در همزیستی به سر می‌برند؛ به عبارتی دیگر، آن‌ها در روده‌ها زنده‌گی کرده، از محتویات آن استفاده نموده و میتابولیت‌ها را تولید می‌نمایند، که تاثیر مفید در بدن میزبان دارد. این‌ها نقش مهمی در هموستاز بازی می‌نمایند. از طرف دیگر تغذیه، تطبیق دواها، سترس، بیماری همه و همه می‌توانند اثرات منفی بالای مایکروبیوتای روده داشته باشند. در دهه‌های گذشته گروهی از دانشمندان دریافته‌اند که می‌توان مایکروارگانیزم‌های روده را توسط مواد خوراکی تکثیر نمود. همین جا بود که پروبیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها شناسایی شدند. در دهه‌های اخیر معلومات در مورد پروبیوتیک‌ها و پریبیوتیک‌ها بسیار است، اما معلومات کمتری در مورد خواص و تاثیرات پست‌بیوتیک‌ها وجود دارد. پست‌بیوتیک‌ها همان محصولات تولید شده توسط باکتری‌های پروبیوتیک‌اند که نسبت به پروبیوتیک‌ها مصون‌تر بوده و اثرات درمانی بسیاری برای آنها ذکر شده است؛ در این مقاله سعی شده تا در مورد کاربرد این محصولات در طبابت انسانی و حیوانی معلومات ارائه شود.

مشخصات عمومی

پست‌بیوتیک‌ها (Postbiotics) محصولات و یا میتابولیت‌های باکتری‌های پروبیوتیک (Probiotics) اند. شکل (۱) گمان بر اینست که پست‌بیوتیک‌ها تأثیرات پروبیوتیک‌ها را تقلید می‌کنند. این محصولات می‌توانند اجزاء حجروی باکتری‌ها مانند لیپوپولی سکرایدها نیز باشند. تعداد زیادی از باکتری‌های کامنسل مواد مختلفی از قبیل بیوتریت (Butyrate) تولید می‌کنند، که این مرکب یک اسید شحمی با زنجیر کوتاه است که بوسیله‌ی کتابلوزیم کاربوهایدریت‌های هضم نشده در روده‌ها بدست می‌آید. بیوتریت منبع عمده‌ی انرژی برای کولون است و نقش مهمی در رشد روده‌ها و سرکوب نمودن التهاب دارد. استفاده از این مرکب در بیماری التهابی شکم (Inflammatory Bowel Disease) با موفقیت محدودی همراه بوده است. احتمالاً این مالیکول و دیگر مالیکول‌های کوچک تولید شده توسط فلورای نورمال، مسؤل تأثیرات مفید فلورای نورمال باشند و بتوانند به‌حیث یک جانشین درمانی مصون و بیشتر قابل کنترل مورد استفاده قرار گیرند. پروبیوتیک‌های کشته شده بوسیله‌ی حرارت (Heat Killed Postbiotics) نیز در مفهوم وسیع‌تر به‌حیث پست‌بیوتیک عمل می‌کنند. مایکروارگانیزم‌های کشته شده با حرارت ساختمان‌های مهم باکتریایی را حفظ نموده که ممکن است این ساختمان فعالیت بیولوژیکی را در عضویت میزبان نشان دهند (Patel, 2015 and Resistance *et al.* 2017) برخط دانشمندان پست‌بیوتیک‌ها را محصولات میتابولیک تولید شده بوسیله‌ی باکتری‌های لکتیک اسید (Lactic Acid Bacteria) معرفی کرده‌اند که همراه با پریبیوتیک‌ها (Prebiotics) به‌حیث جانشین انتی بیوتیک‌ها برای بلند بردن معافیت و رشد مرغ‌های گوشتی استفاده می‌شوند (Kareem *et al.* 2016).



شکل (۱): نشان دهنده پروسه تولید پست بیوتیک‌ها از پریبیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها است.

تفاوت میان پریبیوتیک، پروبیوتیک، سین بیوتیک و پست بیوتیک‌ها

پریبیوتیک‌ها اجزای غیر قابل هضم غذا اند که توانایی تعدیل ارگانیزم‌های ذره‌بینی (Microbiota) روده‌یی به سوی یک نمایه سالم (Healthy Profile) را دارند و همزمان اثرات عمومی و مفید صحتی را به میزبان عطا می‌کنند. در حال حاضر، پریبیوتیک‌ها را به‌حیث موادهای که به شکل انتخابی توسط میکروارگانیزم‌های میزبان مورد استفاده قرار گرفته و سبب ایجاد اثرات مثبت به سلامت میزبان می‌شود، تعریف نموده‌اند. بعضی اوقات مفهوم پریبیوتیک به دلیل هم‌پوشانی جزئی با مالیکول درگیر، با فایبرهای رژیم غذایی (Dietary Fibers) مغالطه می‌شود؛ با این حال تفاوت‌های قابل توجه و وظیفوی، ساختمانی و وابسته با صحت میان این دو وجود دارد. فایبرهای رژیم غذایی به‌حیث کاربوهایدریت‌های غیر قابل هضم و لیگنین که به شکل دست‌نخورده و طبیعی در نباتات وجود دارند، همراه با فایبرهای وظیفوی (Functional Fibers) که به‌حیث فایبرهای غیر قابل هضم منفرد که دارای اثرات مفید فیزیولوژیکی در انسان‌ها اند، تعریف شده است؛ از این رو تعریف فایبر از نظر اثرات فیزیولوژیکی/وظیفوی مبهم بوده و شامل دیگر مرکبات بایواکتیو (Bioactive) تفریق از کاربوهایدریت‌ها و لیگنین نمی‌شود. مفهوم پریبیوتیک خیلی فراتر از مفهوم فایبر است و شامل مرکبات غیرکاربوهایدریتی و مرکبات از دیگر کتگوری‌های مجزا از غذا می‌شود؛ مهمتر از این، موادی شامل پریبیوتیک‌ها می‌شوند که نیاز به دخالت ارگانیزم‌های ذره‌بینی و میکانیزم‌های انتخابی وساطت شده با ارگانیزم‌های ذره‌بینی برای هضم‌شان وجود داشته باشد؛ برعلاوه، برای اینکه بتوان یک ماده را به‌حیث پریبیوتیک طبقه‌بندی نمود، اثرات مفید بالای سلامتی نیز باید ثبت شوند. اینولین (Inulin) یکی از مثال‌های خوب مواد پریبیوتیک را تشکیل می‌دهد که در صنعت مواد غذایی کاربرد زیاد دارد (Reynes et al. 2019 and Upadhyaya. 2023)

پروبیوتیک‌ها به تکرار به‌حیث میکروارگانیزم‌های زنده تعریف شده‌اند، هنگامی که به مقادیر بسنده اخذ شوند، سبب افزایش مزایای سلامتی به میزبان می‌گردند؛ گرچه در بسیاری موقعیت‌ها، مزایای‌شان بالای صحت در یک بیماری خاص موکداً به اثبات نرسیده است. مناسب‌تر خواهد بود تا پروبیوتیک‌ها را در حیوانات کوچک به‌حیث میکروارگانیزم‌های زنده داده شده به قصد بهبود بخشی صحت میزبان تعریف نمود. این‌ها شامل انواع باکتری‌های داخلی و خارجی (Exogenous and Indigenous Bacteria) اند که در بدن میزبان با اجزای مختلف حجروی به تعامل می‌پردازند. پروبیوتیک‌ها می‌توانند بوسیله چندین میکانیزم پیشنهاد شده مانند: بی‌جا سازی بیماریزاهای روده‌یی، تولید مواد ضد میکروبی و بلند بردن جواب‌دهی معافی و یا انتظام افزایش

یافتۀ (Up-Regulation) میتابولیت‌های مختلف سلامتی غشای مخاطی را افزایش دهند. پروبیوتیک‌ها بوسیلهٔ مداخله با اتصال به دیوار غشای مخاطی و یا تحریک تولید مخاط (Mucus) می‌توانند با بیماریزاهای بالقوه رقابت نمایند؛ بر علاوه باکتری‌های پروبیوتیک می‌توانند مواد مختلف ضد میکروبی را تولید کنند که این مواد عبارتند از: استیک اسید، اسیدهای شحمی و لکتیک اسید. یک مثال پروبیوتیک‌ها را اعضای جنس لکتوباسیل‌ها (Lactobacilli) تشکیل می‌دهد (Upadhyaya, 2023).

گیسون و رابرفروید (Gibson and Roberfroid) در سال ۱۹۹۵ استفادهٔ ترکیبی از محصولات پریبیوتیک و پروبیوتیک که بنام سینبیوتیک‌ها (Synbiotics) یاد می‌شوند را برای مایکروبیوتای خالیگاه روده پیشنهاد نمودند. سینبیوتیک‌ها بوسیلهٔ بهبود بقا و ایجاد مکمل رژیم میکروبی زنده در مجرای معده و روده و تحریک انتخابی رشد و یا فعال‌سازی میتابولیزم یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های بهبود دهندهٔ سلامتی به شکل مفید بالای میزبان اثر کرده و از این رو اسباب آسایش میزبان را فراهم می‌سازد. گرچه سینبیوتیک‌ها خیلی بیشتر از یک مخلوط پریبیوتیک و پروبیوتیک‌اند، همان طور که از نام آن معلوم است، باید یک همکاری (Synergism) میان هر دو جزء موجود باشد و از این رو هر مخلوطی سینبیوتیک گفته نمی‌شود. انکشاف سینبیوتیک‌های جدید نیازمند پروسهٔ طولانی مدت آزمایش است. در جریان آزمایش، آمیزش مواد پریبیوتیک انتخاب شده و استرن‌های پروبیوتیک هم در داخل عضویت و هم در خارج آن به هدف دریافت فعال‌ترین و همکارترین جوهره‌ها آزمایش می‌شوند. در انتها، به هر دو آزمایشات حیوانی و مخصوصاً آزمایشات انسانی نیاز است تا درجهٔ تأثیر ثابت شود (Ohshima et al., 2016).

پست‌بیوتیک‌ها، همان طور که پیشتر به آن اشاره شد، همان تولیدات باکتری‌های پروبیوتیک و یا اجزای حجروی آنها اند که دارای خواص مفید و مؤثر اند؛ به‌طور مثال: در مطالعه‌ای که بالای دو نوع باکتری باسیلوس کواگولانس (*B.coagulans*) و لکتوباسیلوس کازی (*L. casei*) انجام شد، چنین بدست آمد که این باکتری‌ها میتابولیت‌های مختلفی از قبیل: امینواسیدها، اسیدهای شحمی، کوانزایم‌ها و قندهای امین (Aminosugars) تولید می‌کنند که دارای خواص مختلف مانند: محرک سیستم معافیتی، ضد التهاب، ضد نیوپلازم و محافظ سیستم عصبی اند (Aguilar-Toalá et al., 2020). در ادامه کاربرد این مواد را در طبابت انسانی و حیوانی به بحث خواهیم گرفت.

کاربرد پست بیوتیک‌ها در طبابت انسانی

اهمیت تغذیهٔ متوازن و رودهٔ سالم برای سلامتی انسان‌ها طی سال‌ها شناخته شده است. میکوزای روده‌یی با سطح وسیع 200m^2 ، بخشی از بدن ما را تشکیل می‌دهد که برای جذب اختصاص یافته است و مسؤل استفادهٔ کامل از آنچه را که هضم می‌کنیم است. این وظیفه به کمک مایکروارگانیزم‌های ساکن کامنسل (Commensal) (مایکروبیوتا) که در تخریب مکرر مایکول‌های مغلق حصه می‌گیرند، اجرا می‌شود. مایکروبیوتا به‌طور هماهنگ با میزبان

همزیستی دارد و مزایای زیادی را عرضه و دریافت می‌کند. از این رو میکوزای روده‌یی به شکل دامدار بوسیلهٔ تحریک انتی جنیک میکروبی از سوی فلورای نورمال روده‌یی به چالش کشیده می‌شود و سبب تولید عکس‌العمل معافیتی در آن نمی‌شود؛ با این حال، این میکوزا توانایی عکس‌العمل در مقابل باکتری‌های بیماریزا را دارد. اخیراً بی‌نظمی در ترکیب مایکروبیوتا به حیث یکی از فکتورهای خطر شناخته شده که می‌تواند در افراد حساس از لحاظ جنتیکی، سبب بیماری التهابی شکم گردد. این بیماری با التهاب شدید در قسمت‌های مختلف روده مشخص می‌گردد که در نتیجه به زخم و فیروز (Ulceration and Fibrosis) می‌انجامد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که استفاده از پروبیوتیک‌ها برای بیماری التهابی شکم و رودهٔ سالم می‌تواند عکس‌العمل‌های التهابی را در پی داشته باشد و از این رو تطبیق پروبیوتیک‌ها باید با احتیاط همراه باشد؛ از طرفی دیگر پست‌بیوتیک‌ها می‌توانند جایگزین خوبی برای پروبیوتیک‌ها باشند، زیرا نشان داده شده که استفاده از پست‌بیوتیک‌ها می‌تواند سبب حفاظت از روده و نهی مسیرهای پیش‌التهابی در بیماری التهابی شکم شده و نسج رودهٔ سالم را در برابر خواص التهاب‌زای سالمونلای مهاجم (Salmonella Invasive) حفظ کند (Tsilingiri et al., 2012).

مطالعات انجام شده بالای تولیدات باکتری لکتوباسیلوس روتری (*L.reuteri*) نشان می‌دهند که پست‌بیوتیک‌های تولید شده توسط این باکتری سبب افزایش جین‌های کودکننده برای تولید انترلیوکین‌ها (Interleukins) و نهی تولید جین‌های کودکننده برای تولید کیموکین‌ها (Chemokins) شده است. حالت متذکره نشان دهندهٔ آنست که پست‌بیوتیک‌ها سبب تنظیم جوابدهی سیستم معافیتی و کاهش میانجیگران التهابی می‌شود (Haileselassie et al., 2016).

چنین نشان داده شده است که عدم توازن میکروب‌های روده‌یی در چاقی و مقاومت در مقابل انسولین اشتراک دارند. مطالعات بالای میورامیل دای پتاید (Muramyl dipeptide) نشان داده که این پست‌بیوتیک بوسیلهٔ بلند بردن حساسیت مالیکول گلوکوز در مقابل انسولین، سبب نجات بخشی شخص از عدم تحمل گلوکوز می‌شود (Team, 2019). یکی دیگر از مزایای پست‌بیوتیک‌ها را حمایت از پروبیوتیک‌ها تشکیل می‌دهد؛ قسم که پروبیوتیک‌ها با کمک پست‌بیوتیک‌ها و ویروس‌ها و توکسین‌ها را کاهش داده و سبب دورساختن فلزات سنگین از بدن می‌شوند. محققان بر این باوراند که پست‌بیوتیک‌ها واجد خواص ضد میکروبی اند و بخاطر همین است که گمان برده می‌شود پست‌بیوتیک‌ها در خط دوم حمایت از سیستم معافیتی در مقابل بیماریزها قرار دارند. برخی بیماریزهایی که پست‌بیوتیک‌ها توانایی کاهش آن‌ها را دارند، شامل: لیستریا مونوسایتوجن (*L.monocytogen*)، کلوسترییدیوم پرفرینجنس (*C.perfringens*)، سالمونلا انتریکا (*S.enterica*) و اشرشیا کولای می‌شود (Levy, 2017). بر علاوهٔ این‌ها، خواص انتی‌اکسیدانت نیز در روش‌های خارجی و داخلی عضویت در مواجهه با اکروپولی سکرایدهای مشخص گزارش داده شده است. Li و Shang, Xu و Li دریافتند که اکروپولی سکرایدها از بایفیدوباکتریوم انیمالیس آر اچ (*Bifidobacterium animalis* RH) سبب نهی پراکسیدیشن (Peroxidation) شحم شده و فعالیت پاک‌سازی آیون‌های آزاد را از خود نشان داد. برخی از

مثال‌های مشخص انزیم‌های داخل حجروی باکتریایی که دارای خواص انتی‌اکسیدانت‌اند را گلوکوتاتیون پراکسیدیز (Glutathion peroxidase)، سوپر اکساید د سموتیز (Superoxide dismutase) و ان‌ای‌دی‌اچ پراکسیدیز (NADH-peroxidase) تشکیل می‌دهد (Aguilar-Toalá et al. 2018). مطابق به دیگر کارهای انجام شده توسط دانشمندان، اسیدهای شحمی تولید شده توسط مایکروبیوتای روده به‌حیث مالیکول‌های راهنما عمل کرده و سبب بهبود میتابولیزم گلوکوز، شحم و حساسیت انسولین می‌شوند؛ از این رو، در تنظیم تعادل انرژی در حین حفظ هموستاز میتابولیک (Metabolic homeostasis) اشتراک دارند. این نیز ثابت شده که برخی اسیدهای شحمی با زنجیر کوتاه مانند بیوتریت، پروپیونیت (Propionate) و اسیتیت (Acetate) در هموستاز کولسترول پلازما در جوندگان و انسان‌ها اشتراک دارند. خواص محافظتی پست‌بیوتیک‌ها نیز تشریح گردیده است؛ برای مثال: شناوهٔ عصارهٔ حجروی لکتوبا سیلوس فرمنتوم بی‌جی‌اچ وی ۱۱۰ سبب کاهش زهریت جگری ناشی از اسیتامینوفن بوسیلهٔ فعال‌سازی اوتوفاژی حجرات هپ‌جی ۲ (Hep G2 cells) شده است. از دیگر خواص پست‌بیوتیک‌ها را تسهیل روند التیام زخم تشکیل می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهند که تطبیق پست‌بیوتیک‌های تولید شده توسط برخی خمیرمایه‌ها (yeasts) سبب افزایش مهاجرت حجرات پوششی به محل آسیب دیده می‌شود (Aguilar-Toalá et al. 2018). در کشور آمریکا، کمپنی Pure Research Products دارویی به نام Drug Del Immune VO[®] تولید می‌کند که حاوی میورامیل پتایدها است که از *Lactobacillus rhamnosus* استخراج می‌شود و به‌رهایی از درد معده و روده در اطفال کمک می‌کند (Malashree et al. 2019).

کاربرد پست‌بیوتیک‌ها در طبابت حیوانی

از آغاز تشکیل جوامع محلی، دهقانان با مشکلات مختلفی که وابسته به تولید و مدیریت حیوانات تولیدکنندهٔ غذا است، روبرو بوده‌اند. در نهایت، هدف از پرورش حیوانات را تولید حیواناتی با ظرفیت تولید گوشت، تخم و محصولات شیری با کیفیت بلند به روشی مقرون به صرفه تشکیل می‌دهد. تقریباً یک قرن از استفادهٔ محصولات جانبی تخمر خمیرمایه‌ها در کارایی تولید (Production efficiency) طیور، گوسفند، گاو، بزهای گوشتی و ماهی پروری می‌گذرد. چند سال پیش یک تأثیر نو و غیر عمدی در علاوه نمودن محصولات جانبی تخمر خمیرمایه به‌حیث جزئی از جیرهٔ حیوانات از طریق یک سروی مایکروبیولوژیکی در فارم طیور کشف گردید. فارم‌ها شروع به استفاده از محصولات جانبی تخمر خمیرمایه‌ها تحت نام تجاری XPCTM به‌حیث افزودنی غذائی کردند. فارم‌های یادشده به‌حیث یک امر معتبر، روزانه برای دریافت سالمونلای محیطی نظارت می‌شدند. اسناد جمع‌آوری شده از پرنده‌های تداوی شده با XPCTM، اشاره به کاهش شیوع پرنده‌های مصاب شده با سالمونلا می‌کنند. تجارب نشان داده‌اند که XPCTM سبب توسعه سیستم کامپلنت که در مقابل سالمونلا عمل می‌کند، شده است؛ برعلاوه، تحقیقات دیگر دلالت بر پاک‌سازی بهتر پاتوجن‌ها (Pathogen) بوسیلهٔ بیگانه‌خوری و کاهش انتشار سالمونلا به‌لمف نوده‌های محیطی می‌کنند. یافته‌های اخیر استفاده از این مکمل غذائی در جیرهٔ حیوانات را عامل

کاهش شیوع، ویرولس و بار میکروبی پاتوجن‌های ناشی از غذا مانند: سالمونلا و *Escherichia coli* O157: H7 می‌دانند (Feye. 2017). مسئله عمده دیگری که در رابطه با تطبیق سترن‌های پروبیوتیک مقاوم مقابل انتی‌بیوتیک به‌حیث عامل جلوگیری کننده از کالونی‌سازی بیماریزا مطرح است، اینست که ممکن است که جین‌های مقاومت انتی‌بیوتیکی توسط این سترن‌ها به پاتوجن‌ها انتقال یابد؛ از این رو استفاده از پست‌بیوتیک‌ها به‌حیث افزودنی‌های غذایی یک بدیل مناسب جهت محافظت از سیستم هضمی حیوانات در مقابل پاتوجن‌ها است (Chewen *et al.* 2014). تحقیقات انجام شده بالای تأثیر استفاده ترکیبی از پست‌بیوتیک‌ها نشان دهنده افزایش تولید تخم در مرغ‌های تخمی، کاهش کولسترول تخم مرغ، کاهش باکتری‌های خانواده انتروباکتریاسی‌ای در پیخال و افزایش باکتری‌های لکتیک‌اسید مدفوعی است که این همه نشان دهنده اینست که استفاده از پست‌بیوتیک‌ها به‌طور ترکیبی به‌حیث افزودنی غذایی در جیره حیوانات سبب افزایش حاصل‌دهی و صحت‌مند تر شدن حیوانات و در عین حال کاهش نیاز استفاده از عوامل کیموترایی مانند مواد ضد میکروبی در غذای حیوان می‌شود. (Chewen *et al.* 2014) در تحقیق دیگری که بالای مرغ‌های گوشتی اجرا شد چنین بدست آمد که استفاده‌ی ترکیبی از اینولین و پست‌بیوتیک‌ها سبب افزایش رشد این مرغ‌ها گردیده، و از آنجا که این ترکیب دارای خواص توقف‌دهنده و کشنده باکتری اند سبب کاهش بار باکتری‌های بیماریزا در مایکروبیوتای معده‌وروده می‌گردد. همچنان در این مطالعه چنین دریافت گردید که مرغ‌های گوشتی که با ترکیب اینولین و پست‌بیوتیک‌های حاصله از باکتری *Lactobacillus plantarum* تغذیه گردیده بودند، نسبت به گروپ‌های کنترولی دارای ارتفاع بلند ویلی‌ها (Gut villi) و حفره‌های عمیق در روده بودند که این‌ها علایم قابل اعتماد برای سلامتی و کارکرد مناسب روده‌اند (Kareem *et al.* 2016).

نتیجه‌گیری

قبلاً تصور بر این بود که تأثیرات مثبت پروبیوتیک‌ها ناشی از موجودیت باکتری‌های موجود در آن است، مگر بعداً فهمیده شد که بیشتر تأثیرات مثبت پروبیوتیک‌ها ناشی از خود باکتری‌ها نه بلکه محصولات آنهاست. پس از این کشف، مطالعات زیادی بالای مؤثریت این محصولات که اصطلاحاً به نام پست‌بیوتیک‌ها یاد می‌گردند، صورت گرفت؛ نتیجه این مطالعات، کشف خواص مفید این محصولات از قبیل: نهی رشد باکتری‌های بیماریزا، کاهش مقاومت در مقابل انسولین، هضم بهتر مواد غذایی، نهی تکثر حجرات سرطانی، داشتن خواص ضد باکتریایی و عدم انتقال جین‌های حامل مقاومت انتی‌بیوتیکی در باکتری‌ها بر خلاف پروبیوتیک‌ها است. با این حال، باید گفت که استفاده از این محصولات در ساحه‌ی طبابت هنوز هم نیازمند اجرای تحقیقات بیشتر است تا با اطمینان خاطر بتوان از این محصولات برای سلامتی بیشتر انسان و حیوان استفاده نمود.

Aguilar-Toalá, J. E. Garcia-Varela, R. Garcia, H. S. Mata-Haro, V. González-Córdova, A. F., Vallejo-Cordoba, B., & Hernández-Mendoza, A. (2018). Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in food science & technology*, 75, 105-114.

Aguilar-Toalá, J. E. Hall, F. G. Urbizo-Reyes, U. C. Garcia, H. S. Vallejo-Cordoba, B. González-Córdova, A. F. & Liceaga, A. M. (2020). In silico prediction and in vitro assessment of multifunctional properties of postbiotics obtained from two probiotic bacteria. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 12, 608-622.

Feye, K. M. (2017). *The anti-Salmonella and immunostimulatory properties of yeast-based postbiotics in poultry and cattle* (Doctoral dissertation, Iowa State University).

Haileselassie, Y. Navis, M. Vu, N. Qazi, K. R. Rethi, B. & Sverremark-Ekström, E. (2016). Postbiotic modulation of retinoic acid imprinted mucosal-like dendritic cells by probiotic *Lactobacillus reuteri* 17938 in vitro. *Frontiers in immunology*, 7, 96.

Karwan Yaseen Kareem, K. Y. K. Loh TeckChwen, L. T. Foo HooiLing, F. H. Akit, H. & Anjas Asmara Samsudin, A. A. S. (2016). Effects of dietary postbiotic and inulin on growth performance, IGF1 and GHR mRNA expression, faecal microbiota and volatile fatty acids in broilers” *BMC Veterinary Research* 12(1).

Levy, Jillian. 2017. “Postbiotics: Uses + 5 Benefits for Gut Health & Beyond.” Internet. Retrieved (<https://draxe.com/postbiotics/>).

-Loh TeckChwen, L. T. Choe DiWai, C. D., Foo HooiLing, F. H. Awis Qurni Sazili, A. Q. S. & Mohd Hair Bejo, M. H. B. (2014). Effects of feeding different postbiotic metabolite combinations produced by *Lactobacillus plantarum* strains on egg quality and production performance, faecal parameters and plasma cholesterol in laying hens. .” *BMC Veterinary Research* 2014, 10(149):1–9.

Malashree, L. Vishwanath Angadi, K. Shivalkar Yadav, and R. Prabha. (2019). ““Postbiotics’ - One Step Ahead of Probiotics.” *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 8(01):2049–53.

Ohshima, Tomoko, Yukako Kojima, Chaminda J. Seneviratne, and Nobuko Maeda. (2016). “Therapeutic Application of Synbiotics, a Fusion of Probiotics and Prebiotics, and Biogenics as a New Concept for Oral Candida Infections: A Mini Review.” *Frontiers in Microbiology* 7(JAN).

Patel, R. M., & Denning, P. W. (2013). Therapeutic use of prebiotics, probiotics, and postbiotics to prevent necrotizing enterocolitis: what is the current evidence?. *Clinics in perinatology*, 40(1), 11-25.

Cavallari, J. F., Fullerton, M. D., Duggan, B. M., Foley, K. P., Denou, E., Smith, B. K., & Schertzer, J. D. (2017). Muramyl dipeptide-based postbiotics mitigate obesity-induced insulin resistance via IRF4. *Cell metabolism*, 25(5), 1063-1074.

Reynés, B., Palou, M., Rodriguez, A. M., & Palou, A. (2019). Regulation of adaptive thermogenesis and browning by prebiotics and postbiotics. *Frontiers in physiology*, 9, 1908.

Schmitz, Silke and Suchodolski, Jan. (2016). "Understanding the Canine Intestinal Microbiota and Its Modification by Pro-, Pre- and Synbiotics – What Is the Evidence?" *Veterinary Medicine and Science* 2:71–94.

Team, Burliston Clinic. (2019). "What Are Postbiotics? 5 Health Benefits In Lombard IL." Internet. Retrieved (<https://www.burlisonclinic.com/what-are-postbiotics-5-health-benefits/>).

Tsilingiri, K., Barbosa, T., Penna, G., Caprioli, F., Sonzogni, A., Viale, G., & Rescigno, M. (2012). Probiotic and postbiotic activity in health and disease: comparison on a novel polarised ex-vivo organ culture model. *Gut*, 61(7), 1007-1015.

Upadhyaya, Suman. (2023). "Potential Health Benefits of Probiotics, Prebiotics and Synbiotics: A Review." *J Food Microbiol* 7(4):151.