

آشنایی با پری بیوتیک ها در صنعت طیور

گردآوری: مهندس علی زنگنه

کارشناس ارشد مهندسی علوم دامی

A_zanganeh00@yahoo.com

بیماری های داخلی در دستگاه گوارش طیور یک نگرانی مهم در صنعت طیور است زیرا این بیماری ها اخیرا مرگ و میر را افزایش داده است و رابطه مستقیمی با آلودگی تولیدات طیور که افراد بشر به عنوان مصرف کننده از این تولیدات جهت تامین انرژی خود استفاده می کنند، دارد. با افزایش نگرانی ها در رابطه با مقاومت آنتی بیوتیکی سبب شد که عده ای از انجام درمان با آنتی بیوتیک ها در اروپا و ایالات متحده جلوگیری کنند که این امر موجب افزایش یافته های دیگری به جای آنتی بیوتیک ها در تولیدات طیور شده است (پترسون و همکاران، ۲۰۰۳).

پری بیوتیک ها یکی از چند تا یافته ای است که دارای یک پتانسیل بالایی است که می تواند بیماری های داخلی و آلودگی را در طیور کاهش دهد. پری بیوتیک ها به عنوان غذاهای غیر قابل هضم در برگیرنده تاثیرات سودمندی بر روی حیوانات میزبان است (فولر ۱۹۸۹) و به صورت انتخابی تحریک رشد یا فعالیت یک یا شماری محدودی از باکتری ها در کولون را انجام می دهند (گیسون و همکاران ۱۹۹۵). این دسته از مواد ساختمان های متفاوتی دارند که معمولا شامل قندها، مخمرها و کپک های سالم هستند که می توانند نقش بسزایی در بهبود و سلامتی حیوان ایفا کنند.

تعریف پری بیوتیک ها:

اصولا پری بیوتیک ها مواد خوراکی غیر قابل هضم می باشند که از طریق تحریک رشد یا فعالیت یک یا تعداد محدودی از گونه های باکتریایی که هدف آنها بهبود در سلامتی میزبان است، به طور موثری بر ارتقای سلامتی پرنده تاثیر می گذارند (فولر و همکاران ۱۹۹۷). پری بیوتیک ها مواد غذایی غیر قابل هضم هستند که با تحریک رشد و

تحریک فعالیت تعداد محدود باکتری در روده بزرگ برای میزبان مفید می باشد برای یک سوبسترای جیره ای با یک

پری بیوتیک حداقل سه معیار نیاز است:

- ۱- سوبسترا در معده یا روده نباید هیدرولیز یا جذب شود.
- ۲- باید برای باکتری ها همزیست مانند بافیدوباکترهای بزرگ مفید باشد.
- ۳- تخمیر سوبسترا
- ۴- باید اثر داخل لوله گوارش بر سیستم میزبان ایجاد نماید. اکثر پری بیوتیک های تولید شده کربوهیدرات و الیگوساکارید ساختمانهای مولکولی مختلف هستند که به طور معمول در رژیم غذایی جامعه انسانی وجود دارند؛ کربوهیدرات ها مانند فیبرهای کاندیدای پری بیوتیک ولی الیگوساکاریدها غیر قابل هضم نوید بخش هستند. الیگوساکاریدهای غیر قابل هضم مانند فروکتوالیگوساکاریدها (الیگوفروکتو و اینولین)، گالاکتوالیگوساکاریدهای گالاکتو- الیگوساکاریدها لاکتوز می باشد. این حال تعداد زیادی از سایر الیگوساکاریدهای غیر قابل هضم که مطالعات کمی انجام شده است شامل: الیگوساکاریدهای لاکتیتول، ایزومالتوالیگوساکارید و مالتوالیگوساکاریدها، گزیلوالیگوساکارید، استاکیوز، رافینوز و سوکروز می باشد و الیگوساکاریدهای حرارتی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. مانانوالیگوساکاریدها به همان شیوه در بالا برای پری بیوتیک ها ذکر شده استفاده قرار می گیرد ولی آنها به طور کامل برای باکتری های مفید، موثر نیستند. مکانیسم عمل مانانوالیگوساکارید این است که این ترکیبات می توانند متصل به لکتین مانوز خاص پاتوژن های گرام منفی نوع ۱ مانند سالمونلا و اشرشیاکلی است که در نتیجه در روده دفع می شوند.

سالموست که تعادل فلور روده ای از طریق غذا به اجرا در می آید. در افزودن پری بیوتیک به رژیم غذایی اثر مثبتی روی تعادل میکروبی دستگاه گوارش دارد. استفاده از پری بیوتیکها دز محصولات دامی به عنوان محرک ضد

میکروبی نتایج مفیدی در بردارد که اثر ارزشمند آنها در تعادل میکروبی روده ای به استقرار فلور میکروبی سالم کمک می کند تا در آن بیفیدوباکترها و لاکتوباسیل ها غالب شوند.

آشنایی با پری بیوتیک ها:

هنگامی که صحبت از به کارگیری ترکیبات گیاهی در غذای دام و طیور می شود می توان به ترکیبات جدیدی در این صنعت اشاره کرد. اخیراً مشخص شده است که قندها نقش مهمی در بیماری ها و سلامت تولیدات طیور در اکثر کشورها ایجاد کرده است. بر همین اساس میل زیادی به گسترش تولیدات جدیدی از قندها به وجود آمده است که بتوان طی پروسه خاصی این مواد اولیه را تبدیل به نوعی ماده دیگری به نام پری بیوتیک کرد. این مواد می توانند نقش مهمی در رشد و بهبود عملکرد حیوان داشته باشند زیرا این مواد به صورت سوبستراهایی هستند که دیگر میکروارگانیسم ها و اندام های مختلف می توانند جهت کسب کردن انرژی و فعالیت ، از این مواد استفاده کنند. از جمله این مواد می توان به قارچ ها و مخمرها و ترکیبات همانند اینها که شامل دسته ای از انواع فروکتوالیگوساکاریدها و مانان الیگوساکاریدها هستند نام برد که هدف های گسترده ای را در صنعت دام و طیور به معرض نمایش قرار داده اند (نیومن ۲۰۰۵).

مکانیسم عمل پری بیوتیک ها:

پری بیوتیک ها می توانند تاثیر مستقیمی بر عوامل بیماریزا داشته باشند که این اثر می تواند از طریق اتصال مستقیم به عوامل بیماریزا باشد. اما اغلب تاثیر پری بیوتیک ها بر سلامتی میزبان به صورت غیر مستقیم و از طریق متابولیت هایی است که به وسیله آن قسمتی از میکروفلور روده که پری بیوتیک ها را برای متابولیسم خود استفاده می کنند تولید می شود و برخی از این متابولیت ها شامل اسیدهای چرب کوتاه زنجیر لاکتات پلی آمین ها و باکتریو سین ها می باشد (پترسون و همکاران ۲۰۰۳).

ویژگی پری بیوتیک ها:

پری بیوتیک ها آن دسته از مواد هستند که هیدرولیز شده نمی باشد بوسیله آنزیم های پستانداران جذب شده و یا به طور انتخابی یک یا شمار محدودی از باکتری های سودمند را غنی کنند. همچنین موجب تغییرات سودمند در میکروبیای روده ای و همچنین تغییر فعالیت سودمند باکتریایی یا به صورت سیستمیک و یا به صورت تحریک و تقویت سیستم ایمنی شود، تمام عوامل گفته شده به گونه ای جزئی خصوصیات یک پری بیوتیک است (سیمرینگ و همکاران ۲۰۰۱).

مزایای پری بیوتیک ها:

در این جا به چند مورد از مزیت های پری بیوتیک ها می پردازیم (استاوریک و همکاران ۱۹۹۵، جینکینگ و همکاران ۱۹۹۹، مانسون و همکاران ۱۹۹۵، پیوا ۱۹۹۸ و سیمرینگ و همکاران ۲۰۰۱).

۱- تحریک سیستم ایمنی

۲- جلوگیری از کلونیزه شدن پاتوژن ها

۳- افزایش عملکرد حیوان

۴- افزایش تولید VFA

۵- افزایش بیومس

۶- افزایش جذب مینرال و مواد معدنی

روش تولید پری بیوتیک ها:

پروسه تولید این مواد بسیار پیچیده است به طوری که امروزه با استفاده از سیستمهای جدید و تکنولوژی برتر توانسته داند موادی را از دیواره سلولی کربوهیدرات ها مخصوص خارج کرده و طی فرآیندهای مختلفی قرار داده و نوعی پری بیوتیک را تشکیل دهند و همچنین به خاطر رقابت تجاری در بازارهای جهانی نحوه تولید پری بیوتیک توسط

شرکتهای مختلف در سراسر دنیا به صورت یک فرمول مورد حفاظت قرار گرفته و از افشای آن به طور جدی خودداری می کنند و تا کنون به طور دقیق پروسه تولید توسط شرکت خاصی منتشر نشده است.

انواع پری بیوتیک ها:

از این ترکیبات می توان به لاکتولوز اشاره نمود که می تواند سبب افزایش تعداد بیفیدو باکترها شده و متعاقباً سبب لاکتوباسیل ها در کولون شود که در نتیجه آن جذب یون آمونیوم را کاهش می دهد(مک گیلاوری و همکاران ۱۹۵۹). از این ترکیبات می توان به الیگوساکاریدهای غیر قابل هضم اشاره کرد که جزئی فیبر مواد خوراکی هستند، برای مثال الیگوساکاریدهایی که در تغذیه نیمچه های بوقلمون مورد آزمایش قرار گرفت اثرات مثبتی بر روی سرعت رشد و راندمان غذایی نشان داد این ترکیبات در گیاهان یافت می شوند(ساویج و همکاران ۱۹۹۵). مانان الیگوساکاریدها نیز شامل مانوز خالص کمپلکس شده با دیگر قندها است که به طور چشمگیری از اتصال باکتری ها به سلولهای میزبان جلوگیری نموده است که این امر از طریق اتصال مانوز به گیرنده های سطح باکتری ها و اشغال کردن گیرنده های باکتریایی و همچنین اشغال سایت های اتصال، مانع از تشکیل کلونی پاتوژن در حیوانات شده است(نیومن ۲۰۰۵). اگر چه مانان الیگوساکارید ها نمی توانند به طور انتخابی باکتری های مفید را غنی کنند اما به جای این عمل آنها در اثر حذف و باند شدن می توانند عوامل پاتوژن را از ناحیه روده ای دور و همچنین تحریک سیستم ایمنی را در پی داشته باشند(اسپرینگ و همکاران ۲۰۰۰). اساس استفاده از فروکتوالیگوساکاریدها وجود یک ساختار باند شونده در مولکول فروکتوز است. تولید فروکتوز به عنوان الیگوساکارید خالص و استفاده از آن نشان داده است که این ماده منبع مغذی مناسبی جهت رشد باکتری های سودمندی نظیر بیفیدوباکتری ها باعث بهبود در سلامتی طیور می شود(نیومن ۲۰۰۵). همچنین می توان از ترانس گالاکتوالیگوساکاریدها، گلوکوساکاریدها، گلیکوساکاریدها، لاکتولوز، لاکتیتول، مالتوالیگوساکاریدها، استاکیوز، رافینوز، سوکروز و الیگوساکاریدهای

ترمال به عنوان پری بیوتیک استفاده کرد (مانسون و همکاران ۱۹۹۵ و اوربان و همکاران ۱۹۹۷ و پترسون و همکاران ۱۹۹۷ و پیوا ۱۹۹۸ و کلینز و همکاران ۱۹۹۹).

الیگوساکاریدها:

در تفوت با منوساکاریدها حاوی دو تا ده قند هستند و همچنین نحوه اتصال آنها نیز با منوساکاریدها تفوت می کنند. مهمترین دی ساکارید از نظر تغذیه ای عبارتند از: سوکروز، مالتوز، لاکتوز و سلویبوز که در اثر هیدرولیز تولید دو سلول گلوکز می نمایند:



سوکروز:

از یک مولکول آلفا-د-گلوکز و یک مولکول بتا-د- فروکتوز تشکیل می شود که از طریق یک پل اکسیژنی بین اتم های آنومری مربوطه (۱و۲) به یکدیگر متصل شده اند در نتیجه سوکروز فاقد گروه احیای کننده فعال است و فراوانترین دی ساکارید موجود در گیاهان بوده و در این حالت شکل اصلی انتقال کربن است.

استاکیوز:

عضوی از گروه تتراساکاریدها که وابسته به الیگوساکاریدها است این ماده یک قند احیای کننده است و بر اثر هیدرولیز دو مولکول گالاکتوز دو مولکول گالاکتوز، یک مولکول گلوکوز و یک مولکول فروکتوز تولید می



فروکتان ها:

به عنوان مواد ذخیره ای در ریشه، ساقه برگ و دانه های گیاهان مختلف به خصوص خانواده های مرکبانی و گرامینه وجود دارند. این پلی ساکاریدها در آب سرد محلول بوده و دارای وزن مولکولی نسبتا پایینی هستند که این فروکتان

ها دارای واحدهای بتا د- فروکتوز هستند که از طریق اتصالات ۲ و ۶ با ۱ و ۲ به یکدیگر متصلند، این اتصالات شامل سه گروه هستند:

۱- گروه لیوان که به وسیله اتصالات ۲ و ۶ مشخص می شوند.

۲- گروه اینولین که حاوی اتصالات ۱ و ۲ هستند.

۳- گروهی از فروکتان های بسیار شاخدار که حاوی هر دو اتصال هستند.

گالاکتان ها و مانان ها:

به ترتیب پلیمرهایی از گالاکتوز و مانوز بوده و در دیواره های سلولی گیاهان وجود دارند. یک نوع مانان جزئی اصلی دیواره های سلولی در دانه نخل است که در این حالت به عنوان یک ذخیره غذایی عمل نموده و طی جوانه زنی ناپدید می شود. دانه هاتی بسیاری از بقولات مانند شبدر، شبدر سه برگ، یونجه حاوی گالاکتان هستند.

توسعه فرآورده های پری بیوتیکی:

چشم انداز علم پری بیوتیک ها در آینده روشن به نظر می رسد. مصرف مانان الیگوساکاریدها به بهبود سلامتی و تولیدات طیور در اکثر کشورها مورد استفاده کمک خواهد کرد و امکانات زیادی وجود دارد که از دیگر انواع پری بیوتیکی که شامل انواع قندها نیز هست، استفاده کنیم (ستین و همکاران ۲۰۰۵). باید گفت که کربوهیدراتها شامل همه یافته علم بیولوژیک که نمی دانیم، می شود و باید راهی جهت یافتن و مشخص کردن آنها بیابیم. امکانات وسیعی در ساختار پلی ساکاریدها و عمل آنها وجود دارد که ما باید آنها را در سالهای آینده پشت سر بگذاریم و به نتایج قابل توجهی برسیم. امید است که با توسعه علم و تکنولوژی بتوان از انواع دیگر فرآورده های پری بیوتیکی در صنعت دام و طیور به خصوص طیور استفاه کرد و به یافته های قابل توجهی در جهت کنترل بیماریها و مشکلات زیست محیطی دست پیدا کرد (نیومن ۲۰۰۵).

تفاوت پری بیوتیک با پرو بیوتیک و نحوه تاثیر گذاری آن:

تفاوت پری بیوتیک و پروبیوتیک در این است که این دو دسته از مواد می توانند در کنار هم اثر سینرژسمی و مکملی داشته باشند. زیرا تفاوت بر دو ساختار و فعالیت این دو دسته از مواد کاملا مشخص است ولی مکانیسم دقیق این دو ماده دقیقا مشخص نیست. پری بیوتیک ها می توانند به عنوان سوبسترای اصلی توسط پروبیوتیک ها مورد استفاده قرار گیرند و سپس با استفاده از پروبیوتیک ها که به عنوان مجموعه ای از میکروارگانیسم ها هستند رشد و تکثیر پیدا کرده و باعث بهبود عملکرد، در صورت تشکیل مجموعه جمعیت میکروبی مفید شوند. نحوه تاثیر گذاری این مواد بر قسمت های مختلف دستگاه گوارش و اندام های دیگر نیز تا حدودی شبیه به هم است اما استفاده توام این مواد با یکدیگر می تواند اثر به مراتب بهتری در عملکرد داشته باشد زیرا استفاده به تنهایی از این مواد فقط امکان دارد که بعد حرکتی از لحاظ عملکرد به یک سمت باشد اما استفاده توام، مجموعه ای از عوامل را در جهت بهبود عملکرد فراهم می سازد.

پری بیوتیک ها جایگزین مناسبی برای آنتی بیوتیک ها

آنتی بیوتیک و پری بیوتیک هر دو ابزار مهمی هستند که می توانند تاثیر بسزایی بر میکروفلور روده داشته باشند و بتوانند مدل میکروفلور روده را تعیین کنند ممکن است که هر دوی این ها تاثیر بسزایی بر روی متابولیسم حیوان از راه های مختلف داشته باشند.

پری بیوتیک ها در شرایط پیشگیری به عنوان جایگزین مناسب برای آنتی بیوتیک ها محسوب می شوند. چندین مطالعه در این زمینه منجر شد که نقش مانان ها و دیگر مشتقات از این نظر را در باند شدن عوامل با پاتوژن به سلولهای اپیتلیال لوله گوارشی مورد آزمایش و امتحان قرار گیرد. افزایش مقاومت آنتی بیوتیکی باکتری ها به صورت جزئی، به عهده سیستم های تولید در حیوان است. شیوع کاهش مقاومت باکتریایی به آنتی بیوتیک ها امروزه به مطالعات مهمی تبدیل

شده است. اخیراً محققان دانشگاه کنتاکی به این نکته دست پیدا کرده اند که مقومت سویه ای از سالمونلا به آنتی بیوتیک های آمپی سیلین و استرپتومایسین در صورت حضور دیواره سلولی مخمرها کاهش می یابد که دیواره این سلول یک منبع تامین کننده مانان الیگوساکارید ها است. این مطالعات واقعا جذاب است از آنجا که این مواد می توانند موادی را به خوراک حیوانات معرفی کنند که نه خاصیت سمی دارد و نه اینکه دارای باقیمانده ای در تولیدات حیوان است. در واقع به این مفهوم است که حتی در کشورهایی هنوز آنتی بیوتیک ها در خوراک حیوانات استفاده می شود. مقادیری از مانان الیگوساکارید ها جیره می توانند در حقیقت راندمان استفاده از آنتی بیوتیک ها را در جیره بهبود بخشند (نیومن، ۲۰۰۵؛ ناوا و همکاران، ۲۰۰۲).

پری بیوتیک فرمکتو

ماده افزودنی fermacto با منشا اسپرژیلوس غیر سمی به عنوان پری بیوتیک ها بیشتر از دو دهه است که در آمریکا و کانادا و دیگر کشورها مورد استفاده تک معده ای ها به خصوص طیور قرار گرفته است گرچه تا به امروز تحقیقات بسیار زیادی بر روی این افزودنی در دانشگاه ها و مراکز مختلف علمی صورت گرفته ولی متاسفانه مکانیسم عمل آن کاملاً مشخص نمی باشد (برنت، ۱۹۶۰).

خصوصیات بیولوژیکی اسپرژیلوس اوریزا

اگرچه اسپرژیلوس اوریزا دارای کاربردهای صنعتی همانند شراب سازی و تقطیر می باشد، اطلاعاتی نیز در مورد استفاده اسپرژیلوس اوریزا بر پایه پروبیوتیک وجود دارد که به تولیدات حیوانات مزرعه محدود است. (چکاوک / دوره هجدهم / شماره ۱ / بهار ۱۳۸۸)

اثرات ضد میکروبی اسپرژیلوس اوریزا

پژوهشگران در سال ۲۰۰۳ گزارش نمودند که اسپرژیلوس اوریزا ممکن است به عنوان یک سویسترا برای باکتری های مورد علاقه همانند لاکتوباسیلوس در سیستم میکروبی روده عمل نماید که در مراحل بعدی باعث غلظت کمتر

اشرشیا کلی و سالمونلا می شود. همسو با این محققان سایر پژوهشگران نیز گزارش نمودند که آسپرژیلوس اوریزا که باعث افزایش لاکتوباسیلوس و کاهش مداوم اشرشیا کلی در مدفوع مرغهای تخم گذار می گردد در پرندگان تغذیه شده با جیره های حاوی پروبیوتیک بر پایه آسپرژیلوس اوریزا ظاهر شد و کشف گردید، اما در پرندگانی که با جیره شاهد تغذیه شده بودند آسپرژیلوس اوریزا مشاهده نگردید. آنها به عنوان یک اصل پذیرفتند که قدرت زنده مانده آسپرژیلوس اوریزا طی یک ثانیه می تواند به عنوان یک عامل موثر در میکرو فلور روده عمل نماید. (چکاوک/دوره هجدهم/شماره ۱/بهار ۱۳۸۸)

اثرات هضمی آسپرژیلوس اوریزا

اثرات هضمی آسپرژیلوس اوریزا بر قابلیت سوخت و ساز مواد مغذی ماکرو که در مرغ های تخمگذار کشف شد ممکن است در این رابطه موثر باشد. دانشمندان فرض کردند که آنزیم های پروتئولیتیک و آمیلولیتیک موجود آسپرژیلوس اوریزا می توانند بر هضم مواد مغذی موثر باشند. همچنین آنها گزارش نمودند که افزایش قابلیت هضم ماده خشک تحت تاثیر آنزیم های تولید شده توسط مخمرها قرار می گیرد. در این زمان فعالیت های آنزیم درون زادی دستگاه گوارش به وسیله آسپرژیلوس اوریزا که می تواند مکانیسم پروبیوتیک را از نظر مراحل هضم تشریح نماید، اندازه گیری نشده بود. (چکاوک/دوره هجدهم/شماره ۱/بهار ۱۳۸۸)

خصوصیات فرمکتو

- ۱- دارو نیست.
- ۲- ماده شیمیائی نیست.
- ۳- دارای فیبر میسلیوم می باشد که موجب افزایش حجم روده می گردد لازم به ذکر است کپک ها بر خلاف باکتری های حقیقی و اکثر مخمرها، به صورت در هم پیچیده ای به سرعت گسترش می یابد و رشد می کند و ممکن است

طی دو تا سه روز چندین اینچ را از سطح را بپوشاند. مجموع این توده ها هر قسمت مجزا از این مجموعه تحت عنوان

میسیلیوم خوانده می شود. میسیلیوم از شاخه ها با فیلامنت هایی به نام هیف (hyphae) ساخته می شود.

۴- سلول زنده ندارد در شرایط مختلف پایدار است.

۵- بر خلاف پرو بیوتیک ها آنتی بیوتیک ها روی آن اثر می گذارند و آنها را از بین نمی برند.

۶- پایدار در شرایط پلت کردن و اکستروود نمودن خوراک.

۷- سه سال ماندگاری در محیط بیرون.

۸- دوره پرهیز از مصرف ندارد (بدون محدودیت مصرف).

این خصوصیت طبق نتایج منتشر شده از شرکت petAg تولید کننده این شرکت بیان شده است.

آنالیز تقریبی:

پروتئین خام ۱۲٪

چربی خام ۱٫۱٪

حداکثر فیبر میسیلیوم ۴۵٪

حداکثر خاکستر ۱۲٪

نقش گوارشی پری بیوتیک ها

الیاف جیره و اعمال دستگاه گوارش

اثرات بر روی قسمت بالایی دستگاه گوارش

مقاومت به هضم

تاخیر در تخلیه معدی

افزایش زمان انتقال مواد غذایی از دستگاه گوارش

کاهش جذب گلوکز و ایندیکس گلاسیمیک پائین

هیپرپلازی اپیتلیوم روده کوچک

تحریک ترشح پپتیدهای هورمونی روده

اثرات بر روی قسمت پائینی دستگاه گوارش

به عنوان برای فلور میکروبی کلون

به عنوان سوبسترا برای تخمیر کلون

تولید فرآورده های نهایی تخمیر

تحریک تخمیر ساکارولیتیک

اسیدی کردن محتوای کلون

هیپرپلازی اپیتلیوم کلون

تحریک ترشح پپتیدهای هورمونی کلون

اثر حجم دهندگی روی محتویات روده

تسریع در دفع مواد از سکوم

دلایل استفاده از فرمکتو به عنوان پری بیوتیکی منحصر به فرد:

- ۱- افزایش یکنواختی گله (Uniformity)
 - ۲- کاهش سرعت عبور مواد خوراکی (Decreasing passage rate)
 - ۳- حذف رقابتی (Competitive exclusion)
 - ۴- توسعه پرزهای روده ای (Intestinal villi development)
 - ۵- افزایش جذب انرژی و پروتئین (Increased protein and energy absorption)
 - ۶- افزایش در جذب و ذخیره مواد معدنی خصوصا کلسیم (Greater mineral deposition)
 - ۷- تقویت و بهبود سیستم ایمنی (Improving immune system)
 - ۸- افزایش تقریبا صد برابر گونه های مفید لاکتوباسیلوس به همراه افزایش باکتریوسین ۱۰۰*more (lactobacillus sp with increased bacteriocin production)
 - ۹- تداوم در افزایش وزن به هنگام استرس (Maintain growth rate with stress)
 - ۱۰- اثر فرمکتو در مهار باکتری سالمونلا (Fermacto effect on decreasing salmonella)
 - ۱۱- کاهش سندرم آسیت (Acute syndrome decreasing)
 - ۱- افزایش یکنواختی گله (Uniformity)
- طبق مطالعات و تحقیقات انجام گرفته جوجه هایی از فرمکتو در جیره روزانه خود استفاده کرده اند گله ای به مراقب یکدست و یکنواخت راداشته اند (ناوا وهمکاران، ۲۰۰۲).
- ۲- کاهش سرعت عبور مواد خوراکی: (Decreasing passage rate)

اندازه ذرات و نوع غذا و ماده مورد استفاده در خوراک و همچنین سن و نژاد حیوان و وضعیت دستگاه گوارش حیوان همه عواملی هستند که می توانند به طریقی بر روی نرخ سرعت عبور مواد خوراکی تاثیر گذار باشند به این صورت که با افزایش اندازه ذرات خوراک سرعت عبور و همچنین با استفاده از مواد فیبری غیر قابل هضم سرعت عبور کاهش می یابد. البته نرخ سرعت عبور مواد خوراکی تا یک حدی می تواند تحت تاثیر اندام گوارشی قرار بگیرد، به این مفهوم که اگر ماده ای بیش از اندازه در دستگاه گوارش بماند معنی آن این است که بهتر هضم می شود. بلکه باید یک سرعت متعادل بین عبور و ماندگاری مواد خوراکی وجود داشته باشد که اجزای مواد خوراکی کاملاً تحت تاثیر هضم قرار بگیرند. یکی از اثرات مفید فرماکتو کاهش سرعت عبور مواد خوراکی است زیرا میکروارگانسیم ها برای هضم کردن و جذب کردن مدت زمان بیشتری را در اختیار دارند و سطح تماس آنها با مواد خوراکی بیشتر است در نتیجه غذا بهتر هضم و جذب می گردد (ناوا و همکاران، ۲۰۰۱؛ جازز و همکاران، ۲۰۰۲؛ فوستر و همکاران، ۲۰۰۲).

افزایش مدت زمان قرار گرفتن خوراک مصرف شده در سیستم گوارش طیور موجب :

- ۱- افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی خصوصاً پروتئین ها می شود.
- ۲- کاهش بیماری و در نتیجه آن کاهش جوجه های حذفی و وازد گله (یکنواختی بهتر گله).

(Competitive exclusion)

۳- حذف رقابتی

مفهوم حذف رقابتی بر اساس فرضیه اخراج رقابتی مطرح می شود این فرضیه می تواند تشبیه به مثالی شود بدین صورت که در یک حالت کفه ترازو با هم برابر می شود که وزن دو کفه یکشان باشد اما در فرضیه اخراج رقابتی همیشه یک کفه ترازو باید سنگین تر باشد بر همین اساس، استفاده از هر ماده ای که در خوراک دام و طیور مورد استفاده قرار می گیرد می تواند به نوعی فرضیه اخراج رقابتی را بیان کند. زیرا این مواد می توانند میکروارگانسیم مفید و مضر را در دستگاه گوارش دام و طیور غالب کنند. هنگامی که از ماده ای استفاده می کنیم جهت اینکه

میکروارگانسیم مفید را غالب کنیم بعد از استقرار و جایگزینی میکروارگانسیم مفید خود به خود فضای جایگزینی میکروارگانسیم مضر از بین می رود و کفه ترازو به سوی میکروارگانسیم مفید سنگین تر می شود در نتیجه بر این اساس ثابت می شود همچنین امکان دارد با وارد کردن شرایطی که میکروارگانسیم مضر را فعال می سازد کفه ترازو را به سمت میکروارگانسیم مضر سنگین تر کنیم. یکی دیگر از دلایل استفاده از فرمکتو وجود و اثبات این فرضیه بود زیرا فرمکتو باعث رشد و تکثیر باکتری های مفید شده به طوری که جایگزینی آنها در روده موجب از بین رفتن یا کاهش عوامل بیماریزا و باکتری های مضر در روده می شود (ناوا و همکاران، ۲۰۰۲).

۴- توسعه پرزها و اکولوژی روده ای (Inestinal ecology and villi development)

پرزهای روده ای نقش بسیار زیادی در هضم و جذب در دستگاه گوارش طیور ایجاد می کند این ارگانها به خاطر اینکه سطح وسیعی در روده باریک و روده بزرگ ایجاد می کنند می توانند سطح تماس خود را با اجزای مواد خوراکی زیاد کرده و باعث بهتر جذب و هضم شدن اجزای مواد خوراکی شوند و راندمان استفاده از اجزای مواد خوراکی را بالاتر ببرند. پرزها به خاطر وجود مویرگ های خونی ارتباط بسیار مناسبی با خون برقرار کرده و انرژی حاصل از مواد مغذی آسانتر در اختیار دیگر اندام ها قرار می دهد. افزودن فرمکتو به جیره طیور تازه هیچ شده موجب بهبود فعالیت لوله گوارشی می گردد که این منجر به افزایش تولید متابولیت های باکتریائی (اسید های چرب فرار) می شود، این موضوع مرتبط با افزایش اندازه پرزهای روده ای می باشد که منجر به بهبود هضم و جذب می گردد. طبق مطالعات انجام شده و آزمایش های مختلف فرمکتو موجب افزایش اسیدهای ارگانیک در روده و سکوم طیور می شود. از جمله این اسیدهای ارگانیک اسید پروپیونیک است که در صورت استفاده از فرمکتو به مقدار قابل توجهی افزایش پیدا کرده است که این افزایش از طریق باکتری ها و میکروفلورایی که تولید اسید های چرب فرار را انجام می دهند صورت می گیرد. همچنین با کاهش عوامل بیماریزا و کاهش میکروفلور منفی موجب کاهش گازهایی که

اتلاف حرارتی را بیشتر می کند ، می شود و تولید گازهایی از جمله متان و ... را کاهش می دهد. همچنین این ماده می تواند اسیدهای چرب شاخه کوتاه را نیز تولید کند از جمله این اسیدها: اسید فرمیک و اسید استیک، اسید پروپیونیک ، اسید بوتریک، اسید والریک و اسید ایزووالریک و ایزوبوتریک را می توان نام برد. البته سطوح بالای اسید پروپیونیک که به عنوان اسیدی است که در طیور از آن برای کسب انرژی استفاده می کنند در روز اول و دوم سن با دادن فرمکتو افزایش پیدا می کند زیرا اسید پروپیونیک در دو هفتهگی و سه هفتهگی در حالت کنترل به پیک می رسد. پس فرمکتو موجب افزایش اسیدهای چرب فرار به خصوص اسید پروپیونیک شده و به دنبال آن انرژی طیور را زیاد کرده و محیط دستگاه گوارش را اسیدی کرده و در نتیجه میکروارگانسیم های مضر که در pH قلیایی رشد پیدا می کنند از بین برده و فلور دستگاه گوارش را به سمت فلور مثبت سوق می دهد و می توانیم بگوئیم تا حدودی به سمت اثبات فرضیه اخراج رقابتی میل پیدا کرده ایم. پس می توان گفت فرمکتو به عنوان سوبسترای باکتریایی باعث تغییر میکروفلورای سیستم دستگاه گوارش خصوصا روده گشته و نهایتا افزایش اسیدهای چرب فرار را به دنبال خواهد داشت این حالت برای سرعت بخشیدن به تکامل سیستم گوارشی جوجه های جوان (یکروزه) در مدت زمان کم از اهمیت خاصی برخوردار است به عبارت دیگر با مصرف فرمکتو شروع خوبی را برای پرورش گله می توان انتظار داشت (ناوا و همکاران، ۲۰۰۱).

۵- افزایش جذب انرژی و پروتئین (Increased protein and energy absorbtion)

طبق مطالعه انجام شده تاثیر فرمکتو بر روی جذب انرژی و پروتئین که در جیره کم بوده است تفاوت معنی داری با جیره حاوی پروتئین تنظیم شده بر اساس NRC داشته است و موجب افزایش وزن و بهبود ضریب تبدیل شده است پس می توان گفت افزودن فرمکتو به جیره هائی که مقدار پروتئین خام تنظیم شده آنها کمتر است می تواند علاوه بر بهبود عملکرد، مشکلات زیست محیطی که از دفع زیادی ازت حاصل می شود را کم کند همچنین طبق مطالعات

محققین در این مورد، موجب کاهش هزینه جیره شده و در پی آن استفاده اقتصادی زادی حاصل می شود که این امر اقتصادی نیز به نوبه خود می تواند کمک شایان توجهی به صنعت مرغداری کند (ناوا و همکاران، ۲۰۰۲؛ تورس و همکاران).

۶- افزایش در جذب و ذخیره مواد معدنی خصوصا کلسیم و فسفر (Greater mineral deposition)

با افزایش در جذب و ذخیره مواد معدنی خصوصا کلسیم و فسفر طبق تحقیقات انجام گرفته، در روزهای مختلف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روزگی شد و همچنین رسوب این مواد در استخوان ساق پا نیز زیادتر شده بود. اما تفاوت چندانی در مطالعات دانشمندان بین خاکستر و گروه تحت تاثیر تیمار و گروه شاهد مشاهده نشد. اما تفاوت معنی داری بین قابلیت هضم و جذب کلسیم و فسفر در سنین ذکر شده و سنین بالاتر دیده نشد (ناوا و همکاران، ۲۰۰۲).

۷- تقویت و بهبود سیستم ایمنی (Improving immune system)

جوجه هایی که در جیره آنها فرمکتو استفاده می شود نسبت به گروه شاهد دارای افزایش چشمگیری در ایمنوگلوبین A (IgA) در دئودنوم خود در هنگام مواجهه با عفونت سالمونلایی هستند. افزایش ایمنی گله در اثر استفاده از فرمکتو خصوصا در شرایط استرس ناشی از تغذیه مثلا در شرایطی که فیبر جیره بسیار بالاست دیده شده است. همچنین طبق مطالعات صورت گرفته غلظت این نوع ایمنوگلوبین احتیاج به اندازه گیری در سنین مختلف دارد. زیرا در سنین مختلف می توان طبق تکرارهای زیاد آزمایش به مکانیسم دقیق آن پی برد. همچنین در تحقیقی جوجه خروس هایی که با پاتوژن سالمونلا و همچنین دادن جیره کنترل و جیره کنترل به علاوه فرماکتو مشاهده شد که مقدار غلظت IG A در دئودنوم در جیره های حاوی فرمکتو بیشتر بود و تفاوت معنی داری را نسبت به گروه کنترل که با عفونت سالمونلایی در گیر شده بود نشان می داد (گراژدا و همکاران، ۲۰۰۲).

۸- افزایش تقریبا صد برابر گونه های مفید لاکتو. باسیل به همراه افزایش تولید باکتریوسین

(100*more lactobacillus SP.With increased bacteriocin production)

در حضور فرمکتو لاکتوباسیل ها رشد و تکثیر یافته و میزان زیادی باکتریوسین تولید می کنند که ترکیبات ضد میکروبی طبیعی هستند و مانع از رشد و تکثیر باکتری های مضر در هنگام استرس و بروز کوکسیوز می گردند. باکتریوسین به ترکیباتی گفته می شود که توسط برخی از باکتری ها تولید شده و سبب توقف رشد باکتری های دیگر می شود. فرمکتو در اثر تولید باکتری های مفید و باکتری هایی که می توانند تولید باکتریوسین کند تاثیر بسزایی در تولید این ماده دارد. برای مثال برخی باکتری ها می توانند باکتریوسینی تولید کنند که از رشد باکتری های مفید کولون جلوگیری نماید (ناوا و همکاران، ۲۰۰۲).

۹- اثر فرمکتو در مهار باکتری سالمونلا (Fermacto effect on decreasing salmonella)

در جوجه های جوان میکروفلور به طور کامل توسعه نیافته و توان مقابله با باکتری های بیماریزا را ندارند آزمایشات مختلف نشان داده اند که فرمکتو موجب توسعه میکروفلور روده به سمت باکتری های مفید و نیز مانع از رشد باکتری های مضر همچون سالمونلا می گردد. پیش از این گفتیم که فرمکتو موجب تولید درصد زیادی از باکتری های مفید از جمله لاکتوباسیلوس ها و گونه های خاص آن می شود. حالت طبق تحقیقات زیادی که بر این اساس انجام گرفته می توان به آنها استدلال کرد و گفت که افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس می تواند طبق چهار دلیل در مهار باکتری سالمونلا نقش داشته باشد که این چهار دلیل شامل:

۱- استفاده از محصولات میکروبی و اسیدهای چرب و پتانسیل اکسیداسیون-احیاء

۲- رقابت در میان میکروب ها برای گیرنده ها و جایگزینی در آنها.

۳- تولید مواد شبه آنتی بیوتیکی مثل باکتریوسین.

۴- رقابت میکروبی برای مواد مغذی (ناوا و همکاران، ۲۰۰۱؛ اشنایتس و همکاران ، ۱۹۹۸؛ لیلیانو و همکاران، ۲۰۰۳، پاترسون و همکاران، ۲۰۰۳).

همچنین در مطالعه دیگر مقداری از لاکتوباسیلوس را به ظرفی که حاوی سالمونلا بود تزریق کردند این لاکتوباسیلوس را در قسمت وسط پلت حاوی سالمونلا وارد کردند پس از گذاشتن در انکوباتور منطقه ممنوع زیادی حول باکتری لاکتوباسیلوس تشکیل شد که نشان دهنده مهار باکتری سالمونلا بود. بایلی و همکاران ۱۹۹۱ به طور دقیق نشان داد که اهمیت استرس روی کاهش کلونیزه شدن سالمونلا بوسیله الیگوساکارید ها انجام شده در این مطالعه جوجه هایی که تحت کنترل استرس نبوده و جوجه های تحت استرس عمل آوری شده با الیگوساکاریدها سطوح پایین تری از کلونیزه شدن سالمونلا در مقابل جوجه های تحت استرس را نشان دادند.

(Acite syndrome decreasing)

۱۰- کاهش سندرم استرس

آزمایشات اخیر نشان داده فرمکتو به صورت معنی داری موجب کاهش سندرم آسیت در جوجه های گوشتی شده است احتمالاً فرمکتو موجب کاهش مصرف اکسیژن توسط بافت روده شده و اکسیژن بیشتری برای سایر بافت ها در دسترس است.

پس با توصیف دلایل ذکر شده می توان گفت استفاده فرمکتو به عنوان پری بیوتیک نسبت به سایر مواد از ارجحیت خاصی برخوردار است زیرا نه سلول زنده و نه اسپور دارد بلکه همچنین با هضم موثر محیط دستگاه گوارش، افزایش بهبود جمعیت لاکتوباسیلوس و افزایش جذب پروتئین و کاهش مشکلات دیگر می تواند تاثیر شگرفی در راندمان و عملکرد و تولید داشته باشد (سولیس و همکاران، ۲۰۰۵). در مطالعه ای محققین نشان دادند که پرندگان تغذیه شده با مکمل فرمکتو در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره عاری از فرمکتو علائم آسیت کمتری نشان دادند بطوریکه در گروه اول ۶۸٪ پرندگان مبتلا به آسیت و در گروه دوم ۹۲٪ پرندگان علائم آسیت را نشان دادند. توسعه دستگاه

گوارش یکی از مهمترین فاکتورهای پرورشی در سلامت جوجه است که فیزیولوژی پرنده توسعه یافته و به صورت مستقیم بر هضم و جذب مواد مغذی در روده کوچک اثر می گذارد. با توجه به توسعه دستگاه گوارش در اثر مصرف فرمکتو در جیره های گوشتی می باشد. بیشترین توسعه دستگاه گوارش جوجه های تغذیه شده با فرمکتو به ترتیب در قسمت دوازدهه و سپس در ایلئوم است. توسعه در بخش ایلئوم روده کوچک با افزایش ارتفاع ویلی های ایلئوم اتفاق می افتد. افزایش ویلی ها در روده کوچک سایتهای جذب را در لومن روده افزایش می دهد و مقدار جذب کربوهیدراتها و پروتئین ها را افزایش می دهد. چربی ها شکسته شده و در پرزهای عمیق تر جذب می شوند. از طرفی فرمکتو باعث افزایش سیستم ایمنی دستگاه گوارش جوجه های گوشتی می شود. سلامت دستگاه گوارش از طریق کاهش نکرروز سلولهای روده ای، افزایش فعالیت روده ها و تولید **IG A** می گردد. بطور کلی جیره های حاوی فرمکتو دستگاه گوارش جوجه های گوشتی را توسعه داده و بروز آسیت را کاهش می دهد. (مقاله اثر فرمکتو بر بروز آسیت در جوجه های گوشتی سال ۲۰۰۵)

پری بیوتیک و جیره های کم پروتئین

فرمکتو یک پری بیوتیک با منشا قارچی (قارچ اسپرژیلوس اوریزا) که از طریق تخمیر باعث افزایش هضم و جذب مواد مغذی بخصوص پروتئین جیره شده که منجر به ابقای ازت بیشتر در بدن شده و بر روی اسیدهای آمینه (لیزین، متیونین و ترئونین) موثر است. بنابراین باعث دفع کمتر نیتروژن در مدفوع شده و کاهش آمونیاک را در محیط زیست کاهش می دهد. تحقیق انجام شده بر روی جوجه های گوشتی با ۹۰ درصد احتیاجات پروتئین مورد نیاز انجام شده و افزایش راندمان عملکرد مشاهده شد (منبع ۴۱ سال ۲۰۰۵ و منبع ۴۰ سال ۲۰۰۷ قیاسی).

پری بیوتیک و اکولوژی روده ای:

پیش ماده های متابولیسم میکروبی (یعنی پریبیوتیک ها، فیبر و پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای) نیز می توانند حرکت موسین را تحت تاثیر قرار دهند. احتمال دارد که اثر پریبیوتیک ها به دلیل تعدیل مستقیم جمعیت باکتریایی باشد که می تواند حرکت موسین را تنظیم کند. به عنوان مثال، نشان داده شده است که ایزومالتواولیگوساکارید (Isomalto Oligosaccharide) به طور مستقیم جوامع باکتریایی سکومی را در طیور تحت تاثیر قرار می دهد، در حالی که اینولین (Inulin) و الیگوفروکتوز (Oligofructose) در زمان تغذیه تغییراتی را در آناتومی بافت پوششی و در ترشح موسین موش های صحرائی ایجاد کردند. فیبر و پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای جیره به طور کلی باعث افزایش ترشح موسین جهت حفظ در برابر آسیب مکانیکی ناشی از مواد فیبری می شوند. به عنوان مثال، موش های صحرائی تغذیه شده با فیبر مرکبات، افزایشی را در ترشح موسین به میزان ۳۹۰ درصد در معده و ۲۱۰ درصد در روده کوچک در مقایسه با موش های صحرائی تغذیه شده با جیره بدون فیبر داشتند.

پریبیوتیک ها مکمل هایی هستند که از رشد جوامع میکروبی ویژه ای حمایت می کنند، در حالی که پریبیوتیک ها حاوی محیط های کشت میکروبی زنده ای هستند که ساکنین طبیعی دستگاه گوارش بوده، می توانند در دستگاه گوارش مستقر شده و به طور مستقیم یا غیر مستقیم سایر جوامع میکروبی را تحت تاثیر قرار دهند.

مواد مغذی دارای توانایی تنظیم کنندگی جوامع میکروبی هستند. برای ویژگیهای ضد میکروبی، عناصر مس و روی به طور متداول در مقادیر بیشتر از حد نیازشان به منظور تحریک رشد، به حیوانات تک معده ای خورانده می شود. اثرات منابع مختلف این عناصر معدنی ممکن است متنوع باشد. منابع غذایی مس که در دستگاه گوارش به مقدار بیشتری قابل حل هستند، فیزیولوژی گوارشی را در بخش های قدامی (جلویی) روده کوچک (دوازدهه) تحت تاثیر قرار می دهند، در حالی که منابعی که در دستگاه گوارش حلالیت کمتری دارند، بخش های انتهایی روده کوچک (یعنی تهی روده

و ایلشوم) را تحت تاثیر قرار می دهند، بنابراین انتخاب منابع غذایی مس (و احتمالاً منابع روی) برای تعدیل فیزیولوژی دستگاه گوارش ممکن است بر اساس نوع و تکرار چالش بیماری روده ای مورد انتظار باشد.

پریبیوتیک ها می توانند جوامع باکتریایی موجود در روده را تنظیم کنند، لذا تغذیه حیوان را تحت تاثیر قرار می دهند. اثرات فیزیولوژیکی هیدرات های کربن غیر قابل جذب، شامل افزایش حجم مواد دفعی، افزایش تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیره (Short-chain fatty acids; SCFA)، تعدیل جوامع باکتریایی و تغییر در محتوای شیمیایی سرم خون (یعنی مقادیر کلسترول، تری گلیسرید ها را به سمت کاهش سوق می دهند) می باشد. پریبیوتیک هایی که دارای اثرات قابل توجهی هستند، عبارتند از: اینولین و اولیگوفروکتوز که نشان داده شده است باعث افزایش جمعیت بیفیدوباکتریوم ها در روده کوچک می گردند. که این باکتری ها، SCFA را ممکن است برای حیوان قابل استفاده باشد تولید می کنند. لاکتوسوکروز نیز می تواند جوامع میکروبی را تحت تاثیر قرار داده، پس از مدت زمان طولانی تغذیه موجب کاهش تولید آمونیاک سکومی و افزایش تولید SCFA شود. همچنین، در جوجه ها استفاده از لاکتوز برای تحریک رشد باکتری های ویژه می تواند از استقرار سالمونلا ها در سکوم جلوگیری نماید.

باکتری های اسید لاکتیک (Lactic acid bacteria: LAB) سهم عمده ای از فلور روده ای جوجه ها را به خود اختصاص داده، می توانند به میزان 10^9 واحد تشکیل دهنده کلنی (CFU) در یک گرم از محتویات سکومی (تعیین شده به وسیله روش های کشت) برسند که معیار نخست یک سویه پریبیوتیکی (ساکن طبیعی دستگاه گوارش) را برآورده می سازد. دوم اینکه، اغلب باکتری های اسید لاکتیک مقاوم به اسید و ترشحات صفراوی هستند، لذا معیار دوم یک پریبیوتیک (توانایی برای استقرار) را تامین می کنند. سویه های باکتری های اسید لاکتیک دارای اثرات مستقیم و غیر مستقیمی بر جوامع میکروبی دیگر گذاشته، می توانند استقرار باکتری های دیگر شامل اشرشیا کلی و کلستریدیوم پرفرینژنس (*Clostridium perfringens*) و سالمونلا تیفی موریوم (*Salmonella typhimurium*) را

کاهش دهند. با تنظیم محتوای جمعیت میکروبی (به ویژه از طریق کاهش سویه های باکتریایی بیماریزای ویژه)، باکتری های اسید لاکتیک (و دیگر پروبیوتیک ها) ممکن است باعث افزایش ایمنی غذایی شوند. به عنوان مثال، ممکن است کاهش استقرار سالمونلا به نحو قابل ملاحظه ای صنعت طیور را تحت تاثیر قرار دهد. سالمونلاها منبع عمده ای از عوامل بیماریزای غذایی (هر نوع بیماری که عامل آن توسط غذا منتقل می شود) در فرآورده های طیور هستند، که موجب آلودگی شدید و مرگ در انسان ها می شوند. ممکن است باکتری های اسید لاکتیک نیز مهاجم انگلی توسط ایمریا تنلا (*Eimeria tenella*) را تحت تاثیر قرار دهند. باکتری های اسید لاکتیک می توانند پاسخ های موضعی و سیستمیک ایمنی را تحت تاثیر قرار داده، کاهش تولید عامل آلفا نکروز توموری (TNF-a) و اینترلوکین ۱۰- توسط سلول های تک هسته ای خون محیطی و افزایش تیترا پادتن سیستمیک را در انسان ها و پرندگان نشان دهند. در نهایت، باکتری های اسید لاکتیک نشان داده اند که موجب افزایش وزن جوجه های گوشتی می شوند.

اثرات جوامع باکتریایی بر فیزیولوژی روده ای حیوانات، اثراتی اساسی هستند. در کل حضور جوامع میکروبی در دستگاه گوارش، به آنتروسیت های کوچکتر (بر اساس نسبت پروتئین به DNA) و کاهش بلوغ آنتروسیت (بر اساس فعالیت کل آنزیم ها) در پستانداران و پرندگان وجود دارد به نظر می رسد که پرندگان فعالیت میتوزی بیشتری تحت شرایط عاری از میکروب دارند، در حالی که به نظر می رسد پستانداران فعالیت میتوزی کمی داشته باشند. این تفاوت ممکن است به دلیل این حقیقت باشد که در پرندگان، تکثیر آنتروسیت ها همراه با کل پرزها صورت می گیرد، در صورتی که در پستانداران این گونه نیست. همچنین، حیوانات عاری از میکروب، تمایل به کاهش قابل توجه تعداد آنتروسیت ها در همه سطوح پرزها و افزایش میزان مهاجرت آنتروسیت ها دارند. میزان سریع تر مهاجرت آنتروسیت همراه با کاهش تعداد آنتروسیت با کاهش ظرفیت جذب مواد مغذی مرتبط بوده، ثابت شده است که جذب گلوکز و اسیدهای چرب کوتاه زنجیره در حیوانات معمولی

بیشتر از حیوانات عاری از میکروب است که موجب افزایش اندازه (Hypertrophy) سلول های چربی و بیشتر شدن میزان چربی بدن می شود.

ممکن است باکتری ها تغذیه میزبان را از طریق ترشح مواد مغذی، شامل ویتامین ها (به ویژه ویتامین های B و ویتامین های K، اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب کوتاه زنجیره شامل لاکتات، استات، پروپیونات و بوتیرات تامین کنند، که می تواند به تامین انرژی حیوان منجر شده و به همان نسبت جوامع باکتریایی را تحت تاثیر قرار دهد. این اسیدهای چرب کوتاه زنجیر از طریق انتشار غیر فعال، در روده بزرگ جذب می شوند و ممکن است برای ساخت اجسام کتون (بوتیرات)، گلوکز (پروپیونات) یا لیپیدها (استات) استفاده شوند. همچنین ممکن است اسیدهای چرب کوتاه زنجیره، به طور مستقیم فعالیت روده ای را تنظیم کنند. نشان داده شده است که بوتیرات، تولید اینترلوکین ۸- را توسط سلولهای پوششی روده ای تحت تاثیر قرار می دهد. از آنجا که اینترلوکین ۸- در تجدید پذیری نوتروفیل و مونوسیت نقش دارد، ممکن است بوتیرات اثرات مستقیمی بر پاسخ های ایمنی روده ای داشته باشد. پروتئین باکتریایی یک منبع عالی از اسیدهای آمینه است، اما تنها بخش کوچکی از این اسیدهای آمینه برای میزبان قابل جذب است، بنابراین به طور کلی این منبع پروتئینی برای میزبان قابل دسترس و استفاده نیست، مگر این که حیوان از مدفوع خود تغذیه کند. متابولیت های تخمیر باکتریایی نیز ممکن است ارزش تغذیه ای برای حیوان داشته باشند، هر چند در بسیاری از موارد، محدوده کوچکی بین اثرات مفید و اثرات سمی وجود دارد. به عنوان مثال پرندگان می توانند آمین های مشتق شده از باکتری ها را از طریق دکربوکسیلاسیون اسیدهای آمینه جذب کنند، که این امر می تواند به طور مستقیم عملکرد حیوان را تحت تاثیر قرار دهد.

در عین حال که ممکن است باکتری ها در تغذیه حیوان نقش داشته باشند، این احتمال وجود دارد که با میزبان خود بر سر مواد مغذی رقابت کرده و یا متابولیت های سمی نیز تولید کنند. به عنوان مثال جوامع میکروبی می توانند هضم چربی را با تعدیل فعالیت لیپاز یا میزان نمک های صفراوی کونژوگه نشده تحت تاثیر قرار دهند، که به طور مستقیم عملکرد پرنده را با محدود کردن جذب

چربی ها یا ویتامین های محلول در چربی تحت تاثیر قرار می دهند. این اثر در پرندگان جوان تر (کمتر از ۶ هفتگی) قابل ملاحظه تر است؛ به نظر می رسد که در پرندگان خیلی جوان، میزان ساخت و باز جذب اسیدهای صفراوی از پرندگان مسن تر کمتر باشد. تولید آمونیاک توسط باکتری ها نیز منجر به سمیت سلول های پوششی روده ای می شود، که به صورت افزایش جایگزینی انتروسیت و تجزیه موسین به دنبال افزایش تولید و ترشح موسین نمایان می شود. باکتری ها می توانند به موسین چسبیده و آن را تجزیه کنند. بیشتر باکتری های مطالعه شده می توانند موجب بیان ژن موسین شده، به طور آنزیمی موسین را تجزیه کنند. گونه های باکتری ها، ساخت موسین تحت تاثیر قرار می دهند. اشرشیا کلی انتروپاتوژنیک (عامل بیماری زای روده ای) و لاکتوباسیلوس پلانتاروم (*Lactobacillus Plantarum*) موجب بیان Mrna ژن MUC۲ با سلولهای پوششی روده ای می شوند، در حالی که بیان mRNA ژن MUC۲ تنها توسط لاکتوباسیلوس پلانتاروم افزایش می یابد.

(اکولوژی روده ای: اثرات متقابل بین تغذیه و موسین مترجم: حمیدرضا ابراهیمی چکاوک/ دوره شانزدهم/ شماره ۳/ پاییز ۱۳۸۶)