دامستیک؛ دوره ۲۱، شماره ۲ (شماره ۲۰ پیاپی): ۳۶-۲۷

نشریهٔ علمی- ترویجی (حرفه‌ای)

دامستیک

انجمن علمی- دانشجویی گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران؛ پاییز ۱۴۰۰

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_83172.html

مقاله مروری

اهمیت پرورش نشخوارکنندگان و نقش میکروارگانیسم‌های شکمبه در مصرف خوراک و تولیدات آن‌ها

زیبا وظیفه امندی[۱]، اکبر تقی‌زاده[۲*]، آرش جوانمرد[۳] و حمید پایا[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی علوم دامی، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

[۲] استاد تغذیه دام، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

[۳] استادیار ژنتیک و اصلاح‌نژاد دام، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

[۴] استادیار تغذیه دام، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2021.323939.1072

چکیده

از محصولات مهم صنعت کشاورزی و دامپروری، می‌توان به شیر و محصولات لبنی و همچنین گوشت قرمز اشاره نمود که اهمیت ویژه پرورش دام را نشان می‌دهند. یکی از جنبه‌های با ارزش پرورش دام به ویژه نشخوارکنندگان، قابلیت استفاده از مواد غذایی کم ارزش از قبیل پس‌مانده‌های گیاهی یا حیوانی است که توسط انسان قابل استفاده نیستند. چگونگی پیدایش جمعیت میکروبی در شکمبه و همچنین پیچیدگی های موجود در نحوهٔ عمل و فعالیت اختصاصی هر یک از آن‌ها از دیرباز مورد بحث دانشمندان و محققان بوده و است. در سنین اولیه دام و دوران شیرخوارگی معدهٔ نشخوارکنندگان عاری از میکروارگانیسم‌های فعال بوده و گاهاً درحد استریل می‌باشد، امّا با ورود ماده خشک به دستگاه گوارش، میکروارگانیسم‌های هوازی اولین تک‌یاخته‌های حاضر در شکمبه، با فعالیت تخمیری، درحال توسعه خواهند بود. در محیط شکمبه انواع مختلفی از میکروارگانیسم‌ها از جمله، باکتری، قارچ و پروتوزآ وجود دارند که هر کدام نقش خاصی را ایفا کرده و تأثیر بسزایی در تولید حیوان بر عهده دارند که شناخت آن‌ها می‌تواند فرموله کردن جیره در مراحل مختلف فیزیولوژیکی و تولیدی دام را تسهیل کند. ترکیب و تعداد میکروارگانیسم‌های شکمبه به عواملی مانند نژاد، سن، محیط خارجی و تغذیه بستگی دارد. همچنین، عوامل گوناگونی مانند، دما، pH، ظرفیت بافری، فشار اسمزی، استرس و غیره بر تعداد و انواع میکروارگانیسم‌های شکمبه تأثیر گذار است. در این مقاله سعی شده است تا در یک نگاه اجمالی، علاقه‌مندان و خوانندگان را با برخی از اهمیت‌ها و پیچیدگی‌های حاکم بر این سیستم شگفت انگیز آشنا ساخته و اطلاعاتی در این زمینه در اختیار آن‌ها قرار داده شود.

کلمات کلیدی: نشخوارکنندگان، شکمبه، میکروارگانیسم‌ها، قارچ‌ها، دامپروری

***نویسنده مسئول:** ataghius@yahoo.com

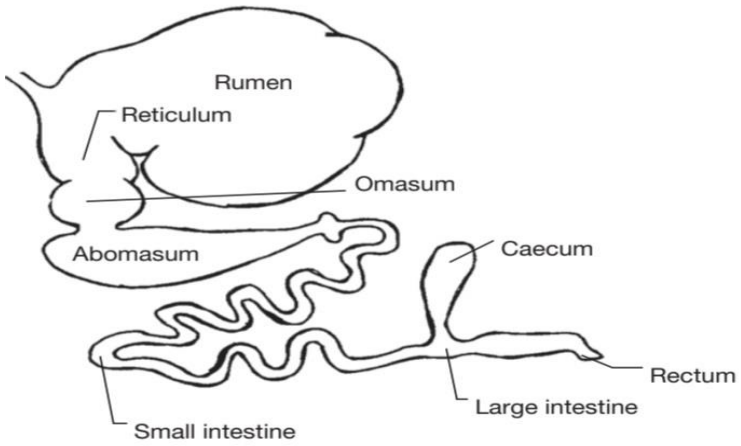
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۶ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۰/۰۵/۰۹ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۰۶/۱۲ **تاریخ انتشار آنلاین:** ۱۴۰۰/۰۹/۲۰

رفرنس‌دهی: وظیفه امندی، ز.، تقی‌زاده، ا.، جوانمرد، آ.، پایا، ح.. بررسی اهمیت پرورش نشخوارکنندگان و نقش میکروارگانیسم‌های شکمبه در مصرف خوراک و تولیدات آن‌ها. *علمی- ترویجی (حرفه‌ای) دامستیک*، ۱۴۰۰؛ ۲۱(۲): ۳۶-۲۷.

مقدمه

از محصولات مهم کشاورزی، می‌توان به شیر و محصولات لبنی و همچنین گوشت قرمز اشاره نمود که اهمیت ویژه پرورش نشخوارکنندگان را نشان می‌دهد. در بین حیوانات اهلی علف‌خوار، نشخوارکنندگان بیشترین سهم را در تبدیل مواد گیاهی غیرقابل استفاده توسط انسان، به فرآورده‌های غذایی قابل استفاده و تأمین خوراک انسان را دارا می‌باشند (منصوری و همکاران، ۱۳۸۵). تخمین زده می‌شود که تعداد نشخوارکنندگان در سراسر جهان درسال ۲۰۵۰ به ۹/۲ میلیارد رأس برسد (Cholewinska *et al.*, 2021). از عوامل اصلی مؤثر بر میزان تولیدات محصولات دامی می‌توان به سن حیوان، خوراک، شرایط فیزیولوژیکی و رفاه حیوان اشاره کرد.

کاستی‌های مربوط به رفاه حیوان از جمله جایگاه نامناسب، استرس گرمایی یا سرمایی و عواملی از این قبیل به طور قابل توجهی بر ترکیب میکروبیولوژی دستگاه گوارش تأثیر می‌گذارند که برای حفظ میزان تولید بالا ضروری است. دستگاه گوارش نشخوارکنندگان بالغ زیستگاه بسیاری از گونه‌ها و انواع میکروارگانیسم‌ها بوده که نقش اصلی در تجزیه مواد مغذی، به طور عمده سلولز و همی سلولز را دارند (Cholewinska *et al.*, 2021). امّا شکمبه نشخوارکنندگان تازه متولد شده عاری از میکروارگانیسم بوده و پس از تولد به سرعت میکروارگانیسم‌ها در شکمبه استقرار می‌یابند. جمعیت میکروبی شکمبه همواره ثابت و یکنواخت نیست و تحت تأثیر عوامل مختلفی تغییر می‌کند.



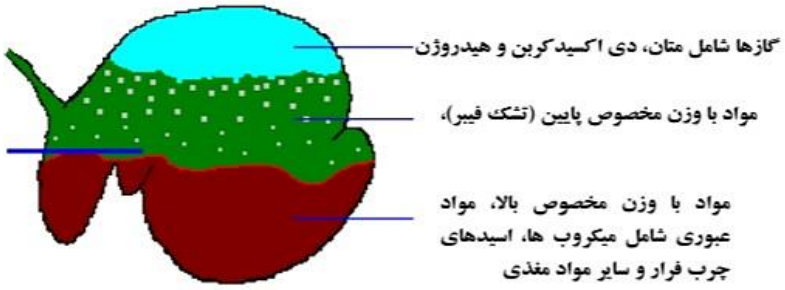
شکل ۱- وضعیت قرارگیری اندام‌های گوارشی در گاو (Rumen= شکمبه، Reticulum= نگاری، Omasum= هزارلا، Abomasum= شیردان، Small intestine= روده کوچک، Caecum= روده کور یا سکوم، Large intestine= روده بزرگ، Rectum= راست روده یا مقعد) (Moran, 2005).

نقش دام‌های اهلی در تولید محصولات غذایی مورد استفاده در تغذیه انسان

از آنجایی که تغذیه پروتیئن بخش مهمی از تغذیه انسان را شامل می‌شود، محصولات دامی غنی از پروتئین از جمله گوشت قرمز و شیر نقش بسزایی در تأمین نیازهای پروتئینی مصرف‌کنندگان دارند. نشخوارکنندگان بزرگ و کوچک از جمله گاو و گوسفند ۷۰ درصد کل پروتئین حیوانی قابل مصرف و ۱۰ درصد الیاف طبیعی مورد استفاده انسان را تأمین می‌کنند (منصوری و همکاران، ۱۳۸۵). امروزه تغییر نگرش از امنیت غذایی (دسترسی به غذای کافی) به امنیت تغذیه‌ای (دسترسی به غذای مغذی کافی) باعث توسعهٔ راهکارهایی از جمله غنی‌سازی مواد غذایی جهت بهبود محتوای مواد مغذی موجود در رژیم‌های غذایی، شده است. غذاهای تولید شده از منشأ دام‌ها دارای ترکیبات مغذی خاصی هستند که با نیازهای بدن انسان مطابقت دارند. پروتئین حیوانی دارای ارزش بیولوژیکی بالایی بوده و مشخصات آمینواسیدهای ضروری متعادل‌تری نسبت به بافت‌های بدن انسان دارد (Wu *et al.*, 2014). علاوه بر این، غذاهای با منابع حیوانی، مقادیر بالایی از مواد مغذی از جمله ویتامین‌ها و مواد معدنی با قابلیت هضم بالا و به میزان کافی تأمین می‌کنند. این امر به ویژه در کودکان خردسال و خانم‌های باردار و شیرده که نیاز آن‌ها به این عناصر ریز مغذی زیاد ولی مصرف آن‌ها کم است، از اهمیت بالایی برخوردار است (Alonso *et al.*, 2019).

خوراک‌های کم ارزش در تغذیه دام

یکی از جنبه‌های مثبت پرورش دام‌ها به ویژه نشخوارکنندگان، امکان استفاده از مواد غذایی کم ارزش‌تر در تغذیه آن‌ها از قبیل پس‌مانده‌های کشاورزی، که توسط انسان قابل استفاده نیستند، است. از جمله مواد خورکی کم ارزش قابل استفاده در تغذیه نشخوارکنندگان عبارت است از ضایعات میوه و سبزیجات، تفاله گوجه فرنگی، ضایعات خرما، ضایعات کشتارگاه‌ها (پودر پر، پودر گوشت و استخوان). این امر موجب جلوگیری از اتلاف هزینه‌های مربوط به دفع و از بین بردن پس-مانده‌ها و متعاقب آن آلودگی محیط زیست می‌شود. این مواد میزان پروتئین و مواد مغذی بالایی دارند؛ به طور مثال براساس مطالعات، تفاله گوجه فرنگی حاوی ۱۸/۸ درصد پروتئین خام، ۱۷۶۰ کیلوکالری درکیلوگرم انرژی قابل متابولیسم، ۰/۴۱ درصد کلسیم، ۰/۵۴ درصد فسفر است (Squires *et al.*, 1992). که ارزش غذایی بالایی در تغذیه طیور دارد (چکرائی و همکاران، ۱۳۸۷). در ایران ۴۰-۲۵ درصد ضایعات میوه و سبزیجات دور ریخته می‌شود، که پس‌مانده میوه و سبزیجات به طور میانگین دارای ۱۴/۱۶ درصد پروتئین خام و ۵۲/۸۱ درصد کل مواد مغذی قابل هضم (TDN) می‌باشد (تیمورنژاد و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل ۲- محل قرارگیری ذرات غذایی براساس وزن مخصوص (شریفی و خادم، ۱۳۹۱)

ارتباط تولید شیر با هضم و جذب مواد غذایی

در واقع هدف از تغذیه تلاش برای ایجاد تعادل بین احتیاجات حیوان و موادمغذی مصرفی است و بسته به چرخه شیردهی حیوان این احتیاجات می‌تواند متفاوت باشد. خوراکی که در اختیار حیوان قرار می‌گیرد شامل دو بخش مواد آلی (ویتامین‌ها، چربی، منابع پروتئینی، کربوهیدرات و فیبر) و مواد غیرآلی (مواد معدنی) است.

کربوهیدرات، چربی و پروتئین به عنوان منبع انرژی استفاده می‌شوند، امّا مهم‌ترین منبع انرژی کربوهیدارت ها هستند. کربوهیدرات‌ها به دو بخش فیبری (NDF) و غیرفیبری (NFC) تقسیم می‌شوند. بخش فیبری و الیافی جیره شامل سلولز، همی سلولز و لیگنین است که مصرف بیش از حد آن سبب کاهش مصرف خوراک و کاهش تولید دام می‌شود. بخش غیرفیبری شامل نشاسته و قندهای ساده هستند که مهم‌ترین نقش را در تأمین انرژی حیوان و میکروارگانیسم‌های شکمبه دارد. کربوهیدرات‌ها ضمن تجزیه در شکمبه توسط میگروارگانیسم‌ها تبدیل به گلوکز شده و انرژی لازم برای تکثیر میکروارگانیسم‌ها را تأمین می‌کنند (Clark *et al.*, 1992). تکثیر جمعیت میکروبی شکمبه سبب افزایش هضم خوراک، مصرف ماده خشک و در نتیجه تولید بیشتر می‌شود (Seo *et al.*, 2010). همچنین اسیدهای چرب فرار (VFA) حاصل از تخمیر مواد مغذی در شکمبه، که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از استات، پروپیونات و بوتیرات، به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرند (France and Dijkstra, 2005) . استات پیش‌ساز اصلی چربی شیر بوده و بوتیرات نیز هنگام عبور از دیواره شکمبه تبدیل به کتون-بادی‌هایی مثل بتاهیدروکسی بوتیرات (BHBA) می‌شود که در سنتز اسیدهای چرب شیر نقش دارد. در جیره‌هایی که نسبت علوفه بالا است، میزان تولید استات نیز افزایش می‌یابد، در حالی که در صورت بالا بودن مواد کنسانتره‌ای در جیره، نسبت تولید پروپیونات افزایش می‌یابد. پروپیونات پیش‌ساز گلوکز بوده و در سنتز لاکتوز و افزایش تولید شیر نقش دارد. لاکتوز اصلی‌ترین فاکتور تعیین‌کنندهٔ میزان تولید شیر است که با ایجاد فشار اسمزی در آلوئول‌های بافت پستان سبب تحریک تولید شیر می‌شود (Seymour *et al.*, 2005).

از دلایل استفاده چربی در جیره نشخوارکنندگان به خصوص گاوهای شیری، غلظت بالای انرژی آن است که تقریبا

۲/۲۵ برابر کربوهیدرات و پروتئین است، می‌باشد. چربی موجود در خوراک مستقیماً وارد شیر شده که این امر سبب افزایش راندمان تولید شیر می‌شود. امّا به دلیل سمی بودن اسیدهای چرب غیراشباع برای میکروارگانیسم‌های شکمبه، اگر درصد چربی خام جیره بیشتر از ۸ الی ۱۰ درصد ماده خشک جیره باشد، به دلیل کاهش جمعیت میکروبی شکمبه مصرف ماده خشک و هضم خوراک کم شده و در نتیجه تولید شیر نیز کاهش خواهد یافت (Palmquist, 1994).

پروتئین جیره شامل دو بخش قابل تجزیه در شکمبه (RDP) و غیر قابل تجزیه در شکمبه (RUP) است. میکروارگانیسم‌ها علاوه بر منبع نیتروژنی، به آمونیاک هم نیاز دارند که توسط پروتئین قابل تجزیه در شکمبه تأمین شده و سبب تولید پروتئین میکروبی می‌شود. پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه در برابر هضم توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه مقاوم بوده و به روده عبور می‌کند که می‌تواند باعث افزایش اسیدهای آمینه در دسترس در روده شده و از این رو تولید شیر را افزایش دهد. با کاهش میزان پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه، میزان جریان آمینواسیدها به روده کم شده و در نتیجه باعث کاهش میزان پروتئین قابل متابولیسم و پایین آمدن تولید شیر می‌شود (Cunningham *et al.*, 1996).

فرآیند هضم مواد مغذی در نشخوارکنندگان

هضم مواد مغذی در نشخوارکنندگان به دو صورت هضم میکروبی و هضم شیمیایی است. هضم میکروبی بیشتر در شکمبه، نگاری و در مقادیر کم در سکوم و روده بزرگ انجام می‌شود. هضم شیمیایی نیز در تمامی قسمت‌های دستگاه گوارش به جز شکمبه- نگاری و هزارلا صورت می‌گیرد (شریفی و خادم، ۱۳۹۱). فرآیندهای تخمیر عمدتاً در شکمبه انجام گرفته (Tharwat *et al.*, 2012) و آنزیم‌های موجود در شکمبه توسط میکروارگانیسم‌های مستقر در آنجا تولید می‌شوند. از این آنزیم‌ها برای هضم و تخمیر خوراک مصرف شده توسط نشخوارکنندگان استفاده می‌شود (Aschenbach *et al.*, 2011). تنوع میکروارگانیسمی اثر قابل توجهی در هضم و تجزیه مواد مغذی دارد. فعالیت سریع یک گونه از میکروارگانیسم‌ها بر روی مواد غذایی خاص ممکن است اثر منفی یا مثبت روی فعالیت گونه‌های دیگر داشته باشد. برای مثال، استفاده از اقلام کنسانتره‌ای سهل‌الهضم می‌تواند جمعیت باکتری‌های آمیلولیتیک (*Amylolytic*) را افزایش و فعالیت سلولایتیک‌ها (*Cellulolytic*) را کاهش دهد (شریفی، خادم، ۱۳۹۱). در اثر ورود پروتئین به شکمبه، بخشی از آن که قابل تجزیه در شکمبه است تحت تاثیر باکتری‌های پروتئولیتیک (*Proteolytic*) تخمیر می‌شود. میکروارگانیسم‌ها با استفاده از انرژی حاصل از تخمیر کربوهیدرات‌ها و پپتیدهای حاصل از تجزیه پروتئین، تولید پروتئین میکروبی می‌کنند (Seo *et al.*, 2010).

با ایجاد تعادل و همزمان‌سازی در استفاده از انرژی و پروتئین در جیره، میزان فعالیت میکروب‌ها اعم از رشد و تکثیر آن‌ها بهبود یافته و تجزیه‌پذیری پروتئین قابل هضم در شکمبه بیشتر شده و از عبور آن‌ها به روده جلوگیری می‌کند که این امر افزایش تولید پروتئین میکروبی را در پی دارد. در صورتی که میزان انرژی وارد شده به شکمبه بیشتر از میزان نیتروژن مصرف شده باشد، رشد میکروبی و عملکرد هضم کاهش می‌یابد (Chanjula *et al.*, 2004).

میکروارگانیسم‌های شکمبه

پیدایش و چگونگی استقرار در شکمبه

در سنین اولیه دام و دوران شیرخوارگی معدهٔ نشخوارکنندگان عاری از میکروارگانیسم‌های فعال بوده و گاه در حد استریل می‌باشد؛ امّا با ورود ماده خشک مصرفی به دستگاه گوارش میکروارگانیسم‌های هوازی اولین تک‌یاخته‌های معده چهار قسمتی نشخوارکنندگان با فعالیت تخمیری که در حال توسعه است، خواهند بود (Castillo-Gonzalez *et al.*, 2014) که در این جا گیاهان به عنوان مادهٔ غذایی و بستری برای رشد میکروب‌ها می‌باشند. جمعیت میکروبی مفید و طبیعی موجود در بزاق و مدفوع سایر دام‌ها به همراه میکروارگانیسم‌های موجود در پوشش گیاهی و مواد خوراکی، عمده روش ورود مداوم میکروارگانیسم به شکمبه را ایجاد می‌کند که می‌تواند شرایط تخمیر را در شکمبه در حال رشد حیوان جوان آماده کند (Wiliam AG and Coleman GC, 1997).

انواع، نقش و درصد حضور میکروارگانیسم‌ها در شکمبه

اکوسیستم شکمبه از طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌ها تشکیل شده است که در یک رابطهٔ همزیستی در محیط بی‌هوازی هستند. باکتری‌ها، پروتوزوآها و قارچ‌ها به ترتیب با غلظت 10^{10}،

$۱۰^{۶}$ و $۱۰^{۴}$ در میلی‌لیتر جمعیت میکروارگانیسمی شکمبه تشکیل می‌دهند (Castillo-Gonzalez *et al*., 2014).

باکتری‌ها

شکمبه حاوی انواع گونه‌های باکتریایی است که اکثر میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی را تشکیل می‌دهد (Russell *et al*., 1981).

باکتری‌های تجزیه‌کنندهٔ سلولز

اولین گونه باکتریایی هضم‌کنندهٔ سلولز هشت روز بعد از تولد در دستگاه گوارش دام‌های جوان دیده می‌شود. pH مناسب برای رشد و بهترین عملکرد این گونه‌های باکتریایی بین ۶ الی ۹ می‌باشد و pH زیر ۵/۵ برقابلیت هضم فیبر اثر می‌گذارد. مهم‌ترین گونه‌های هضم‌کنندهٔ سلولز در شکمبه شامل *فیبروسوکسینوژنز*، *رومینوکوکوس فلاوفاسینس*، *رومینوکوکوس آلبوس* و *بوتیرووبریوفیبروسولوس* می‌باشند (شریفی و خادم، ۱۳۹۱).

باکتری‌های تجزیه‌کنندهٔ لاکتات

این باکتری‌ها، اسیدلاکتیک را متابولیزه و تجمع آن را کنترل می‌کنند، که به حفظ pH شکمبه در محدودهٔ مناسب کمک می‌کند (Mackie and Heath, 1979). این باکتری‌ها زمانی که تقریباً ۷۰ درصد از جیره غذایی کنسانتره باشد، افزایش می‌یابند (Brown *et al*., 2006). ازجمله مهم‌ترین باکتری‌های تخمیرکنندهٔ اسید لاکتیک می‌توان به *مگاسفرا السدنی*، *پروپیونی باکتریوم*، *اروکسیک باکتریوم*، *فوزوباکتریاها* و *ویلونلا الکالسنس* اشاره نمود (شریفی و خادم، ۱۳۹۱).

باکتری‌های تجزیه‌کنندهٔ پکتین

پکتین در شکمبه توسط باکتری‌ها و پروتوزوآ تخمیر می‌شود. باکتری‌های شکمبه آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ پکتین را تولید و در محیط شکمبه ترشح می‌کنند، پکتین‌لیازها آنزیم‌های اولیه‌ای هستند که پکتین را در الیگوگالاکتورونوئیدها هیدرولیز می‌کنند (Duskova and Marounek, 2001). مهم‌ترین گونه‌های انحصاری این باکتری‌ها شامل *ترپونما بریانتی* و *پپتواستریتوکوکوس لاچنوسپیرا مولتی پاروس* می‌باشند (Hobson *et al*., 2012).

باکتری‌های تولیدکنندهٔ متان

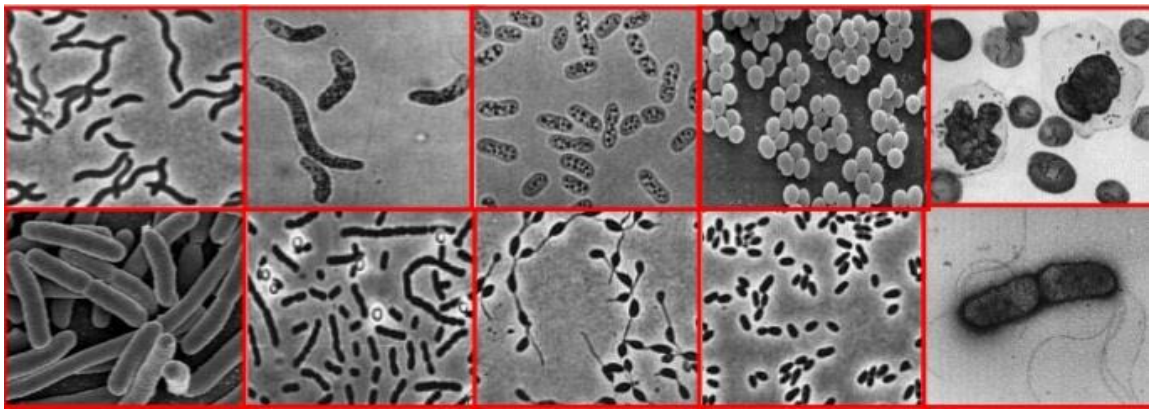
متان محصول نهایی تخمیر شکمبه و نمایانگر ۶ الی ۱۰ درصد از کل انرژی است که در ایجاد اثر گلخانه‌ای نقش دارد. متان توسط باکتری‌های متانوژنیک از CO_2 و هیدروژن تولید می‌شود (Van Zijderveld *et al*., 2011). هیدروژن اضافی شکمبه را که سبب کاهش فعالیت‌های تخمیری در شکمبه می‌شود، با تغییرات شیمیایی و با کمک CO_2 به متان تبدیل و آن را از شکمبه خارج می‌کنند. جمعیت این دسته متغیر و بین ۱×۱۰^{۶} تا ۲×۱۰^{۸} و براساس نوع خوراک در حال نوسان است. مهم‌ترین باکتری‌های تولیدکنندهٔ متان در شکمبه شامل: *متانوباکتریوم رومینانتیوم*، *متانوباکتریوم فورمیسیکوم*، *متانومیکروبیوم موبایل*، *متانوباکتریوم ساب‌اکسیدنس*، *متانوباکتریوم سوهنجی*، *متانوبروی باکتراسمیتی* و *متانوسارسینا بارکری* هستند (شریفی و خادم، ۱۳۹۱).

باکتری‌های تجزیه‌کنندهٔ پروتئین

تجزیهٔ پروتئین در شکمبه با تولید آنزیم توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه و طی فرآیندهای هیدرولیز پروتئین، تخریب پپتیدها و تجزیهٔ اسیدهای آمینه انجام می‌شود (Cotta and Hespell, 1986). پروتئاز از آنزیم‌های اصلی این باکتری‌ها در تجزیهٔ زنجیرهٔ پروتئینی محسوب می‌شود. از مهم‌ترین باکتری‌های تجزیه‌کنندهٔ پروتئین از نوع گرم منفی می‌توان *سلنوموناس رومینانتیوم*، *باکتریوئیدس آمیلوفیلوس* و از نوع گرم مثبت، *پروپیونی باکتریوم*، گونه‌های *کلستریدیوم* و *ائوباکتریوم* را نام برد (شریفی و خادم، ۱۳۹۱).

باکتری‌های تجزیه‌کنندهٔ چربی

میکروارگانیسم‌های شکمبه با دو مسیر عمده، لیپولیز و بیوهیدروژناسیون، لیپیدها را تغییر داده (Castillo-Gonzalez *et al*., 2014) و به اسیدهای چرب آزاد اشباع و گلیسرول آزاد تبدیل می‌کنند (شریفی و خادم، ۱۳۹۱). لیپیدهای شکمبه ابتدا توسط لیپاز میکروبی هیدرولیز شده و این لیپازها با شکستن پیوندهای استری، اسیدهای چرب آزاد را تولید می‌کنند (Liu *et al*, 2009). مهم‌ترین باکتری‌های مختص این گروه از گونه *آنایروویبریولیپولیتیکا* و گونهٔ *میکروکوکوس* می‌باشند (شریفی و خادم، ۱۳۹۱).



شکل ۳- اشکال مختلف باکتری‌های استخراج شده از شکمبه نشخوارکنندگان (شریفی و خادم، ۱۳۹۱)

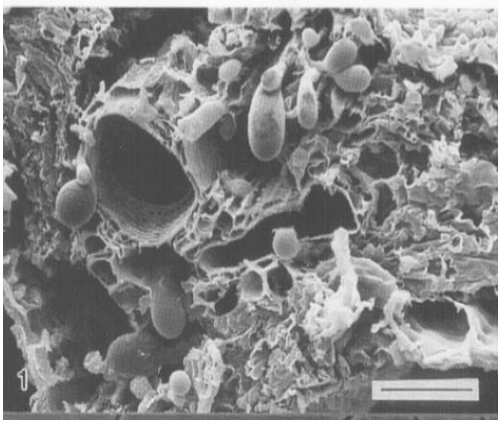
پروتوزوآ

پروتوزوآ در حدود ۴۰ الی ۸۰ درصد از جمعیت میکروارگانیسمی شکمبه را تشکیل می‌دهند که بیشترین آن‌ها مربوط به *هلوتریش‌ها* و *آنتودینیومورفیدا* هستند (Van Zwieten *et al.*, 2008). هلوتریش‌ها می‌توانند موجب تجزیه قندهای محلول شوند، بنابراین موجب کاهش خطر اسیدوز پس از مصرف جیره‌های خوراکی با غلظت زیاد قندهای قابل هضم در شکمبه می‌شوند (Van Zwieten *et al.*, 2008). تقریباً ۹۰ درصد از تک‌یاخته‌های شکمبه، به جنس *آنتودینیومورفیدا* تعلق دارند که بسیاری از آن‌ها در هیدرولیز و تخمیر سلولز نقش دارند (Yanez-Ruiz *et al.*, 2004). در محیط شکمبه پروتئین‌های محلول بیشتر توسط باکتری‌ها و پروتوزوآ تجزیه و تخریب می‌شوند (Hino and Russell, 1987). همچنین اکسیژن اضافی وارد شده با خوراک را که برای باکتری‌های بی‌هوازی شکمبه سمی است، متابولیزه می‌کنند، از این رو کاهش تعداد پروتوزوآ در شکمبه تأثیر منفی بر ساختار میکروبی دستگاه گوارش دارد (Wiliam AG and Clauss M *et al.*, 2011؛ Coleman GC, 1997).

شکل۴- اشکال مختلف پروتوزوآ شکمبه (شریفی و خادم، ۱۳۹۱)

قارچ ها

قارچها در حدود ۸ درصد جمعت میکروارگانیسمی شکمبه را تشکیل می‌دهند و در هضم خوراک مصرفی توسط نشخوارکنندگان نقش دارند (Jenkins *et al.*, 2008). قارچهای شکمبه در دوازدهه، سکوم و مدفوع وجود دارند و وقتی نشخوارکنندگان با غلظت زیاد قندهای سریع التخمیر تغذیه می‌شوند، جمعیت آن‌ها کاهش می‌یابد. قارچهای شکمبه قادر به تولید آنزیم‌هایی هستند که سلولز و زایلان‌ها را هیدرولیز کنند. فعالیت قارچی به هضم شکمبه‌ای دیواره سلولی گیاه کمک می‌کند (Castillo-Gonzalez *et al.*, 2014).



شکل ۵- قارچ کلونیزه‌کنندهٔ بافت‌های آوندی و اسکلرانشیمی با دیواره ضخیم قطعات کاه برنج مستقر شده در شکمبه بز (Ho *et al*., 2000)

عوامل مؤثر بر جمعیت و تعداد میکروارگانیسم‌های شکمبه

جمعیت و تعداد میکروارگانیسم‌های شکمبه به عواملی مانند نژاد، سن، محیط بیرونی و تغذیه بستگی دارد (Cholewinska *et al*., 2021). همچنین عوامل گوناگونی مانند، دما، pH، ظرفیت بافری، فشار اسمزی، استرس و غیره بر تعداد و نوع میکروارگانیسم‌های شکمبه اثر می‌گذارند (wahrmund *et al*., 2012) امّا دو عامل اصلی در این خصوص ماهیت جیره و فاصلهٔ زمانی تغذیه می‌باشند و بیشترین تأثیر می‌تواند مربوط به ماهیت کیفی جیره باشد (Warner, 1962). در صورت استفاده از جیره‌های غذایی بر پایه مقدار زیادی علوفه، نسبت باکتری‌های گرم مثبت به باکتری‌های گرم منفی بیشتر می‌شود (Matthews C *et al*., 2019). دمای محیط همراه با رطوبت نیز تأثیر قابل توجهی بر میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارش نشخوارکنندگان دارد و درجه حرارت و رطوبت بالا ممکن است سبب ایجاد استرس گرمایی شود (Cholewinska *et al*., 2021). طی مطالعات انجام شده جهت مقایسه جمعیت باکتری‌های زنده در دام‌های مختلف تغذیه شده با جیره‌هایی با علوفه و یا کنسانتره زیاد، نشان داده شد که به طور کلی تراکم باکتری‌ها، در حیوانات تغذیه شده با جیره حاوی کنسانتره بالا بیشتر است (Van Soset, 1994). همچنین گزارش شده است که جمعیت پروتوزوآ در هنگام مصرف جیره حاوی علوفه بالا بیشتر از زمان مصرف جیره‌های حاوی کنسانتره است. بنابراین حضور کربوهیدرات‌های ساختمانی برای توسعهٔ پروتوزوآ در شکمبه ضروری می‌باشد. تعداد گونه و تراکم پروتوزوآ می‌تواند بین حیوانات یک گونه از نشخوارکنندگان و همچنین بین گونه‌های مختلف متفاوت باشد (منصوری و همکاران، ۱۳۸۵). جیره‌های غنی از مواد خشبی مانند کاه و جیره‌های بر پایهٔ سیلو که ماندگاری بالایی در شکمبه دارند، سبب افزایش تراکم قارچها می‌شوند (Hobson *et al*.,2012).

دستکاری محیط شکمبه با استفاده از افزودنی‌ها

عموماً استفاده از مواد افزودنی در جیره خوراکی سبب دستکاری جمعیت میکروارگانیسمی شکمبه می‌شود. افزودنی‌ها جزء مواد مغذی جیره محسوب نمی‌شوند، امّا استفاده از آن‌ها باعث افزایش رشد، بهبود ضریب تبدیل غذایی و سلامتی دام و طیور می‌شود. از جمله این افزودنی‌ها می‌توان یونوفرها، پروبیوتیک‌ها، هورمون‌ها و مخمرها را نام برد. یونوفرهای رایج که در نشخوارکنندگان و طیور استفاده می‌شوند شامل لازالوسید، مونسین، سالینومایسین و ناراسین هستند (پایا و تقی‌زاده، ۱۳۹۷؛ Holdsworth, 2003). یونوفرها سبب تغییر جمعیت میکروبی شکمبه (تغییر نسبت جمعیت باکتری‌های گرم مثبت به گرم منفی) و روند تخمیر شکمبه‌ای می‌شوند. باکتری‌های گرم منفی که از جمله باکتری‌های تولیدکنندهٔ پروپیونات هستند، نسبت به باکتری‌های گرم مثبت که تولیدکنندهٔ لاکتات، استات و متان می‌باشند، در برابر یونوفرها مقاوم هستند و این امر به دلیل تفاوت در ساختار غشای سلولی این باکتری‌ها می‌باشد (Lean *et al*., 1997).

مکانیسم عمل یونوفرها

در حالت طبیعی pH قلیایی داخل باکتری امکان عبور یون‌ها را از محیط بیرون به داخل باکتری فراهم می‌کند و باکتری از تبادل پروتون برای تولید انرژی بهره می‌برد (Holdsworth, 2003). یونوفرها با قرارگرفتن در دیواره سلولی باکتری‌ها، این دیواره را نسبت به یون هیدروژن نفوذپذیرتر کرده و با تعویض یون هیدروژن با یک کاتیون معدنی مثل یون پتاسیم باعث انتقال یون پتاسیم به خارج از باکتری می‌شود، این عمل سبب کاهش pH داخل باکتری شده و باکتری با مصرف انرژی و خروج یون‌های هیدروژن تلاش می‌کند تا از کاهش pH درونی جلوگیری کند. در نتیجه انرژی برای متابولیسم درونی میکروارگانیسم کاهش یافته و منجر به مرگ باکتری می‌شود (پایا و تقی‌زاده، ۱۳۹۷). طی مطالعه‌ای تأثیر سطوح مختلف لازالوسید بر محیط و پارامترهای شکمبه‌ای گوسفند قزل مورد بررسی قرار گرفت؛ طبق

نتایج به دست آمده از این تحقیق و تحقیقات دیگر، یونوفرها تأثیری بر میزان pH شکمبه ندارند. مصرف یونوفرها سبب تغییر در روند تخمیری شکمبه شده و موجب افزایش پروپیونات و کاهش استات تولیدی در شکمبه می‌شوند، امّا تأثیری بر میزان اسیدهای چرب فرار کل ندارند (پایا و تقی‌زاده، ۱۳۹۷). همچنین این مواد با کاهش تجزیه پروتئین خوراک در شکمبه و جلوگیری از دِآمیناسیون اسیدهای آمینه سبب افزایش عبور پروتئین به روده و افزایش قابلیت دسترسی اسیدهای آمینه در روده می‌شوند. با کاهش دِآمیناسیون اسیدهای آمینه، غلظت آمونیاکی کاهش می‌یابد، در نتیجه حیوان انرژی کمتری جهت تبدیل آمونیاک به اوره کرده و از اتلاف انرژی جلوگیری می‌کند.

نتیجه‌گیری کلی

نشخوارکنندگان به علت توانایی بی‌نظیر تبدیل مواد خشبی کم ارزش به محصولات غذایی با ارزش همچون شیر و گوشت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و این توانمندی را مدیون پیدایش جمعیت میکروبی مستقر در شکمبه هستند. نشخوارکنندگان تازه متولد شده در بدو تولد در یک محیط فاقد میکروب به دنیا آمده و بعد از تولد شکمبه آن ها به طرز بسیار جالبی به محیطی برای رشد و استقرار میکروارگانیسم‌های متنوع با فعالیت های گوناگون تبدیل می‌شود. درک و شناخت پیچیدگی‌های این سیستم، تنظیم علمی و عملی جیره خوراکی را میسر می‌کند، چرا که هر جیره خوراکی و ترکیبات خاص آن منجر به تغییر در جمعیت غالب میکروارگانیسمی شده و موجب تولید محصولات فراسودمند توسط نشخوارکنندگان می‌شود. همچنین شناخت این سیستم، متخصصان را قادر می‌سازد از بروز ناهنجاری‌های متابولیکی در دام‌ها جلوگیری کنند.

منابع

پایا، ح. و تقی‌زاده، ا. (۱۳۹۷). "تأثیر لازالوسید بر اکوسیستم و پارامترهای شکمبه‌ای گوسفند قزل." *محیط زیست جانوری*، ۳، ۵۳-۵۸.

تیمور نژاد، ن.، زاهدی فر م.، نیکخواه، ع. و فضائلی، ح. (۱۳۸۶). "تعیین ارزش غذایی پس‌مانده‌های میوه و سبزیجات در تغذیه نشخوارکنندگان." *پژوهش و سازندگی*، ۳، ۱۶۸-۱۷۳.

چکرائی ا.، پوررضا، ج. و تبعیدیان، س.ع. (۱۳۸۷). "تأثیر استفاده از دانه و تفاله گوجه فرنگی در جیره غذایی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی." *علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)*، ۴۳، ۳۹۳-۴۰۱.

شریفی م. و خادم ع.ا. (۱۳۹۱). "*نشخوارکنندگان و پویایی شکمبه*". دانش نگار، تهران، ایران.

منصوری، ه.، نیکخواه، ع.، رضائیان، م. و میرهادی، ا. (۱۳۸۵). "مقایسهٔ جمعیت میکروبی شکمبه با مصرف علوفهٔ خشبی در گاوهای سیستانی و هلشتاین"، *پژوهش و سازندگی*، ۳، ۶۶-۷۳.

Alonso, S., Dominguez-Salas, P., and Grace, D. (2019). "The role of livestock products for nutrition in the first 1,000 days of life." *Animal Frontiers*, 9(4), 24-31.

Aschenbach, J.R., Penner, G.B., Stumpff, F., and Gäbel, G. (2011). "Ruminant nutrition symposium: Role of fermentation acidabsorption in the regulation of ruminal pH." *Journal of Animal Science*, 89(4), 1092-1107.

Brown, M.S., Ponce, C.H., and Pulikanti, R. (2006). "Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism." *Journal of Animal Science*, 84(13), 25-33.

Castillo-González, A.R., Burrola-Barraza, M.E., Domínguez-Viveros, J., and Chávez-Martínez, A. (2014). "Rumen microorganisms and fermentation." *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46(3), 349-361.

Clark, J.H., Klusmeyer, T.H., and Cameron, M.R. (1992). "Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows." *Journal of Dairy Science*, 75(8), 2304-2323.

Cotta, M.A., and Hespell, R.B. (1986). "Proteolytic activity of the ruminal bacterium Butyrivibrio fibrisolvens." *Applied and Environmental Microbiology*, 52(1), 51-58.

Cholewińska, P., Górniak, W., and Wojnarowski, K. (2021). "Impact of selected environmental factors on microbiome of the digestive tract of ruminants." *BMC Veterinary Research*, 17(1), 1-10.

Chanjula, P., Wanapat, M., Wachirapakorn, C., and Rowlinson, P. (2004). "Effect of synchronizing starch sources and protein (NPN) in the rumen on feed intake, rumen microbial fermentation, nutrient utilization and performance of lactating dairy cows." *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, 17(10), 1400-1410.

Cunningham, K.D., Cecava, M.J., Johnson, T.R., and Ludden, P.A. (1996). "Influence of source and amount of dietary protein on milk yield by cows in early lactation." *Journal of Dairy Science*, 79(4), 620-630.

Seymour, W.M., Campbell, D.R., and Johnson, Z.B. (2005). "Relationships between rumen volatile fatty acid concentrations and milk production in dairy cows: a literature study." *Animal Feed Science and Technology*, 119(1-2), 155-169.

Squires, M.W., Naber, E.C., and Toelle, V.D. (1992). "The effects of heat, water, acid, and alkali treatment of tomato cannery wastes on growth, metabolizable energy value, and nitrogen utilization of broiler chicks." *Poultry Science*, 71(3), 522-529.

Tharwat, M., Al-Sobayil, F., Ali, A., and Buczinski, S. (2012). "Transabdominal ultrasonographic appearance of the gastrointestinal viscera of healthy camels (Camelus dromedaries)." *Research in Veterinary Science*, 93(2), 1015-1020.

Van Zijderveld, S.M., Fonken, B., Dijkstra, J., Gerrits, W.J., Perdok, H.B., and et al. (2011). "Effects of a combination of feed additives on methane production, diet digestibility, and animal performance in lactating dairy cows." *Journal of Dairy Science*, 94(3), 1445-1454.

Van Zwieten, J.T., Van Vuuren, A.M., and Dijkstra, J. (2008). "Effect of nylon bag and protozoa on in vitro corn starch disappearance." *Journal of Dairy Science*, 91(3), 1133-1139.

Van Soest, P.J. (1994). "*Nutritional ecology of the ruminant*." Cornell University Press, Ithaca, NY.

Williams, A.G., Coleman, G.S. (1997). "*The rumen protozoa*." In The rumen microbial ecosystem. Springer, Dordrecht. 73-139.

Warner, A.C. (1962). "Some factors influencing the rumen microbial population." *Microbiology*, 28(1), 129-146.

Wahrmund, J.L., Ronchesel, J.R., Krehbiel, C.R., Goad, C.L., Trost, S.M. and et al. (2012). "Ruminal acidosis challenge impact on ruminal temperature in feedlot cattle." *Journal of Animal Science*, 90(8), 2794-2801.

Wu, G., Bazer, F.W., and Cross, H.R. (2014). "Land-based production of animal protein: impacts, efficiency, and sustainability." *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1328(1), 18-28.

Yanez Ruiz, D.R., Moumen, A., Martin Garcia, A.I., and Molina Alcaide, E. (2004). "Ruminal fermentation and degradation patterns, protozoa population, and urinary purine derivatives excretion in goats and wethers fed diets based on two-stage olive cake: Effect of PEG supply." *Journal of Animal Science*, 82(7), 2023-2032.

Publisher Note

Animal Science Students Scientific Association, Campus of Agriculture and Natural Resources at the University of Tehran

Submit Your Manuscript:

https://domesticsj.ut.ac.ir/contacts?_action=loginForm

Dušková, D., and Marounek, M. (2001). "Fermentation of pectin and glucose, and activity of pectin-degrading enzymes in the rumen bacterium Lachnospira multiparus." *Letters in Applied Microbiology*, 33(2), 159-163.

France, J., and Dijkstra, J. (2005). "Volatile fatty acid production." *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*, 2, 157-175.

Hino, T., and Russell, J.B. (1987). "Relative contributions of ruminal bacteria and protozoa to the degradation of protein in vitro." *Journal of Animal Science*, 64(1), 261-270.

Holdsworth, P., (2003). "*The role of enteric antibiotics in livestock production*." Published in 2003, Australia.

Ho, Y.W., Abdullah, N., and Jalaludin, S. (2000). "The diversity and taxonomy of anaerobic gut fungi." *Fungal Diversity*, 4, 37-51.

Hobson, P.N., Stewart, C.S., (2012). "*The rumen microbial ecosystem*." Springer Science & Business Media.

Liu, K., Wang, J., Bu, D., Zhao, S., McSweeney, C., and et al. (2009). "Isolation and biochemical characterization of two lipases from a metagenomic library of China Holstein cow rumen." *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 385(4), 605-611.

Lean, I.J.; Wade, L., and Bechet, S.D. (1997). "*Bovine somatotropin and monensin: emerging technologies*." Department of Animal Science, University of Sydney, Australia.

Matthews, C., Crispie, F., Lewis, E., Reid, M., O'Toole, P.W., and et al. (2019). "The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat production and nitrogen utilisation efficiency." *Gut Microbes*, 10(2), 115-132.

Mackie, R.I., Heath, S. (1979). "Enumeration and isolation of lactate-utilizing bacteria from the rumen of sheep." *Applied and Environmental Microbiology*, 38(3), 416-421

Moran, J. (2005). "*Tropical dairy farming: feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*." Csiro publishing.

Palmquist, D.L. (1994). "The role of dietary fats in efficiency of ruminants." *Journal of Nutrition*, 124 (8): 1377-1382.

Russell, J.B., and Hespell, R.B. (1981). "Microbial rumen fermentation." *Journal of Dairy Science*, 64, 1153-1169.

Seo, J.K., Yang, J.Y., Kim, H.J., Upadhaya, S.D., Cho, W.M. and et al. (2010). "Effects of synchronization of carbohydrate and protein supply on ruminal fermentation, nitrogen metabolism and microbial protein synthesis in Holstein steers." *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(11), 1455-1461.

Domestic; 21 (2): 27-36

Scientific-Extensional (Professional) Journal

Domestic

Animal Science Students Scientific Association at the University of Tehran, Autumn 2021

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_83172.html

Review Article

Importance of ruminants breeding and significant role of rumen microorganisms in their feed consumption and their production

Ziba Vazifeh Amandi[1], Akbar Taghizadeh[2*], Arash Javanmard[3] and Hamid Paya[4]

[1] B.Sc. Student of Animal Science, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at the University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2] Professor of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at the University of Tabriz, Tabriz, Iran
[3] Assistant Professor of Animal Breeding and Genetics, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture at the University of Tabriz, Tabriz, Iran
[4] Assistant Professor of Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at the University of Tabriz, Tabriz, Iran

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2021.323939.1072

Abstract

Important products of the agricultural and livestock industry include milk and dairy products as well as red meat, which shows the special importance of animal breeding. One of the valuable aspects of raising livestock, especially ruminants, is the use of low input value feeds such as plant or animal waste that cannot be usable by humans. How the microbial population in the rumen originated, as well as the complexities of how each of them works and their specific activity, have long been discussed by scientists. In the early stages of ruminant life and infancy, ruminants' stomachs are free of active microorganisms and are sometimes sterile, but as dry matter enters the gastrointestinal tract, aerobic microorganisms will be the first developing protozoa of the fermenting rumen. In the rumen environment, there are different types of microorganisms, including bacteria, fungi, and protozoa, each of which has played a specific role and has a significant impact on animal production, the knowledge of which can facilitate the formulation of diets at different stages of animal physiological and production. The composition and number of rumen microorganisms depend on factors such as race, age, external environment, and nutrition. Also, various factors such as temperature, pH, buffer capacity, osmotic pressure, stress, etc. affect the number and types of rumen microorganisms. In this article, an attempt has been made to acquaint the fans and readers with some of the importance and complexities of this amazing system and to provide them with information in this field.

Keyword(s): Ruminants, Rumen, Microorganisms, Fungi, Livestock

***Corresponding Author E-mail:** ataghius@yahoo.com

Received: 16 May 2021 **Revised:** 31 Jul 2021 **Accepted:** 03 Sep 2021 **Published online:** 11 Dec 2021

Citation: Vazifeh Amandi, Z., Taghizadeh, A., Javanmard, A., Paya, H. Importance of ruminants breeding and significant role of rumen microorganisms in their feed consumption and their production. *Professional Journal of Domestic*, 2021; 21(2): 27-36.