

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



هضم و سوخت-ساز در نشخوار کنندگان

دکتر محسن دانش مسگران
دکتر عبدالمنصور طهماسبی
دکتر سید علیرضا وکیلی
استادان دانشگاه فردوسی مشهد

سرشناسه:	دانش مسگران، محسن، ۱۳۳۷ -
عنوان و نام پدیدآور:	هضم و سوخت - ساز در نشخوارکنندگان / تالیف محسن دانش مسگران، عبدالمنصور طهماسبی، علیرضا وکیلی.
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۸.
مشخصات ظاهری:	۲۶۲ ص. : مصور، جدول، نمودار.
فروست:	دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات؛ ۵۱۶.
شابک:	ISBN: 978-964-386-184-1
وضعیت فهرست نویسی:	فاپا
یادداشت:	ص. ع. به انگلیسی:
یادداشت:	کتابنامه: ص. [۲۵۱] - ۲۵۸. نمایه.
موضوع:	نشخوارکنندگان -- اندام‌های گوارش نشخوارکنندگان -- فیزیولوژی شکمیه شکمیه -- میکروشناسی طهماسبی، عبدالمنصور، ۱۳۳۸ - وکیلی، علیرضا، ۱۳۵۷ - دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات. ۱۳۸۷ ۷۶۸/۲/۵۲۶ SF ۶۳۶ / ۰۸۹۱۳ ۱۳۰۹۹۴۵ شماره کتابشناسی ملی:

هضم و سوخت - ساز در نشخوارکنندگان

پدیدآورندگان: دکتر محسن دانش مسگران؛ دکتر عبدالمنصور طهماسبی؛ دکتر سید علیرضا وکیلی
ویراستار علمی: دکتر علیرضا هروی موسوی
مشخصات: وزیری، ۲۰۰ نسخه، چاپ سوم، بهار ۱۴۰۱ (اول، ۱۳۸۷)
چاپ و صحافی: چاپخانه دقت
بها: ۱/۱۰۰/۰۰۰ ریال
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.



مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس
تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)
مؤسسه کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین روانمهر و وحید نظری، بن‌بست
گشتاسب، پلاک ۸ تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)
مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲
تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: press@um.ac.ir

فهرست مطالب

۹	فصل اول: دستگاه گوارش نشخوارکنندگان
۹	میکروبیولوژی و بیوشیمی شکمبه
۱۰	نگاری
۱۱	شکمبه
۱۳	هزار لا
۱۳	شیردان
۱۴	جمعیت میکروبی در شکمبه-نگاری
۲۰	انتقال مواد کربوهیدراته به درون میکروارگانیسم
۲۰	(۱) انتقال فعال
۲۰	(۲) انتقال فعال ثانویه
۲۰	(۳) سیستم فسفو ترانسفراز
۲۱	(۴) مهار شدن مواد درون سلول
۲۴	برخی از باکتریهای مهم موجود در شکمبه - نگاری نشخوارکنندگان
۲۴	<i>Fibrobacter succinogenes</i>
۲۴	<i>Bacteroides succinogenes</i>
۲۴	<i>Ruminococcus flavifaciens</i>
۲۵	<i>Megaspharea elsdenii</i>
۲۵	<i>Selenomonas ruminantium</i>
۲۵	<i>Veillonella parvula</i>
۲۶	<i>Butryvibrio fibrisolvens</i>
۲۶	<i>Lactobacillus ruminis</i>
۲۶	<i>Streptococcus bovis</i>
۲۶	<i>Methanobacterium ruminantium</i>
۲۷	<i>Acetonaeculum rumin</i>

۲۸	ترکیبات شیمیایی مواد خوراکی دام
۲۹	بهره وری از الیاف گیاهی
۳۱	الیاف گیاهی
۳۱	سلولز
۳۳	همی سلولز
۳۵	پکتین
۳۶	لیگنین
۳۷	اکستنس
۳۸	تنفس هوازی
۴۲	تنفس بی هوازی
۴۲	تنفس بی هوازی در اتوتروف ها
۴۳	مهمترین باکتری‌های تخمیر کننده مواد کربوهیدراته در شکمبه
۴۳	باکتری‌های Megaspharea
۴۵	باکتری‌های Selenomonas
۴۹	باکتری‌های Veillonella
۵۲	باکتری‌های Fibrobacter
۵۴	مسیر پنتوز فسفات
۵۷	باکتری‌های Butryvibrio
۶۰	باکتری‌های Lactobacillus
۶۳	باکتری‌های Enterobacteria
۶۵	باکتری‌های Methanogens
۷۳	باکتری‌های Homoacetogens
۷۴	استفاده از اسیدهای چرب فرار
۷۵	بهره وری از استات
۷۶	بهره وری از بوتیرات
۷۷	استفاده از پروپیونات
۷۷	Randomizing pathway
۷۷	Acrylate pathway
۷۷	Agribusiness
۸۰	کاهش رشد باکتریهای متانوژن

۸۳	فصل دوم: مواد مغذی
۸۴	چربی (EE)
۸۴	کربوهیدرات
۸۶	پروتئین خام
۸۸	املاح
۸۹	سدیم
۹۰	پتاسیم
۹۰	کلسیم
۹۱	فسفر
۹۲	متیزیم
۹۲	سوخت - ساز املاح
۹۶	تغییرات کلسیم و فسفر
۱۰۰	کنتیک تبادل عناصر بین لوله گوارش و بافت های بدن
۱۰۵	قابلیت هضم عناصر
۱۰۷	فصل سوم: دینامیک هضم
۱۰۹	فصل چهارم: عوامل موثر بر هضم و مصرف خوراک
۱۱۰	علوفه ها
۱۱۲	مواد متراکم
۱۱۵	فصل پنجم: مدل های هضمی
۱۲۲	انواع کنتیک واکنش های شیمیایی
۱۳۱	بیان مدل های ریاضی هضمی
۱۳۴	مدل اول: هضم ساده از نوع اول (Simple First order digestion)
۱۳۷	مدل دوم: هضم نوع اول با بخش فاقد هضم و بخش محلول
۱۳۹	مدل سوم: هضم نوع اول با در نظر گرفتن فاز تاخیر و بخش غیر قابل تجزیه
۱۴۲	مدل چهارم: هضم نوع اول متوالی برای فاز تاخیر
۱۴۴	مدل پنجم: مدل هضم نوع دوم بر اساس غلظت سوبسترا و آنزیم

۱۴۴	مدل ششم: مدل هضم نوع اول در روش in situ با ورود و خروج مواد از کیسه
۱۴۶	مدل هفتم: مدل هضم نوع اول با لحاظ آلودگی میکروبی مواد
۱۴۹	فصل ششم: تجزیه پذیری و هضم پروتئین
۱۵۳	بررسی عوامل مؤثر در تعیین تجزیه پذیری مواد مغذی
۱۷۵	فصل هفتم: تولید پروتئین میکروبی در شکمبه
۱۸۲	عوامل مؤثر بر تولید پروتئین میکروبی در شکمبه
۱۸۲	الف) عوامل میکروبی
۱۸۳	ب) عوامل مربوط به ماده خوراکی
۱۸۵	ج) عوامل فیزیکی - شیمیایی
۱۸۷	فصل هشتم: تخمیر و تخمین پروتئین میکروبی وارد شده به روده باریک
۱۸۷	تخمین پروتئین میکروبی وارد شده به روده باریک
۱۹۰	تخمیر
۱۹۶	ارتباط بین تخمیر و تولید پروتئین میکروبی در شکمبه
۱۹۹	فصل نهم: سوخت - ساز اسیدهای چرب فرار
۲۰۰	عوامل مؤثر بر جذب اسیدهای چرب فرار
۲۰۰	۱- غلظت
۲۰۰	۲- مصرف و یا تولید اسیدهای چرب توسط بافت‌های لوله گوارشی و ضمایم آن
۲۰۰	۳- نرخ جریان خون سیاهرگ باب کبدی
۲۰۱	سوخت - ساز اسیدهای چرب فرار
۲۰۵	فصل دهم: سوخت - ساز ترکیبات نیتروژن دار
۲۰۷	نحوه استفاده از ذرات پروتئین در داخل شکمبه
۲۲۱	اکولوژی و فیزیولوژی متابولیسم نیتروژن توسط میکروب‌های شکمبه
۲۲۳	فصل یازدهم: سوخت - ساز میکروبی و بافتی مواد مغذی در نشخوارکنندگان
۲۲۳	اکولوژی شکمبه و مصرف مواد مغذی توسط میکروب‌های شکمبه

۲۳۰ سوخت - ساز بافتی مواد مغذی در نشخوارکنندگان

۲۳۵ فصل دوازدهم: سوخت - ساز کربوهیدراتها در حیوان و باکتریهای شکمبه

۲۳۵ کربوهیدراتها

۲۳۹ تاثیر کربوهیدراتها بر رشد باکتریهای شکمبه

۲۴۱ سوخت - ساز گلوکز در دستگاه گوارش

۲۴۵ فصل سیزدهم: مصرف انرژی در لوله گوارش نشخوارکنندگان

۲۵۱ منابع مورد استفاده

پیشگفتار

با عنایت به گسترش آموزش و پژوهش در زمینه‌های مختلف علوم دامی در کشور، دسترسی به اطلاعات نوین در زمینه تغذیه دام، برای پاسخگویی به نیازهای روز افزون دانشجویان و دانش پژوهان، ضرورتی انکار ناپذیر می‌نمایند. در کتاب هضم و سوخت - ساز در نشخوارکنندگان سعی شده است که ضمن بررسی جنبه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمی هضم و سوخت - ساز خوراک در شکمبه، عوامل متداخل در این پروسه و همچنین تأثیر آن بر سوخت - ساز بافت‌های حیوان مورد بررسی قرار گیرد. بدین جهت سعی نویسندگان کتاب بر آن بوده است تا اطلاعات مناسب در خصوص مدل‌های زیست - حیاتی و همچنین مدل‌های ریاضی مربوط به طور گسترده و قابل فهم برای عموم دانشجویان محترم علوم دامی در مقاطع تحصیلی کارشناسی و تحصیلات تکمیلی و همچنین دانش پژوهان محترم در این کتاب به صورت مدون گردآوری شود. مطالب کتاب حاضر در ۱۳ فصل ارائه شده است. در فصل اول، جنبه‌های بیوشیمی هضم و تخمیر، عمدتاً در شکمبه مد نظر قرار گرفته است؛ در حالی که در فصل‌های بعدی تأثیر متقابل خوراک و دستگاه گوارش نشخوارکنندگان بر تجزیه، هضم و سوخت - ساز مورد توجه بوده است. علی‌رغم اهتمام نویسندگان کتاب بر تألیف مجموعه‌ای کامل، با عنایت به انتشار مقالات علمی - پژوهشی، به نظر می‌رسد که هنوز جنبه‌های فراوانی از هضم و سوخت - ساز خوراک در نشخوارکنندگان وجود دارد، که در این کتاب مجال پرداختن به آنها میسر نشده است. در هر حال مطالب ارائه شده در این کتاب می‌تواند زمینه‌های لازم برای درک بهتر این مقالات برای دانشجویان و دانش پژوهان محترم را به وجود آورد. در خاتمه از تمامی دست‌اندرکاران محترم در خصوص تنظیم و نشر این کتاب بویژه ویراستار محترم جناب آقای قندهاری کمال امتنان و تشکر را دارد.

محسن دانش مسگران

عبدالمنصور طهماسبی

علیرضا وکیلی

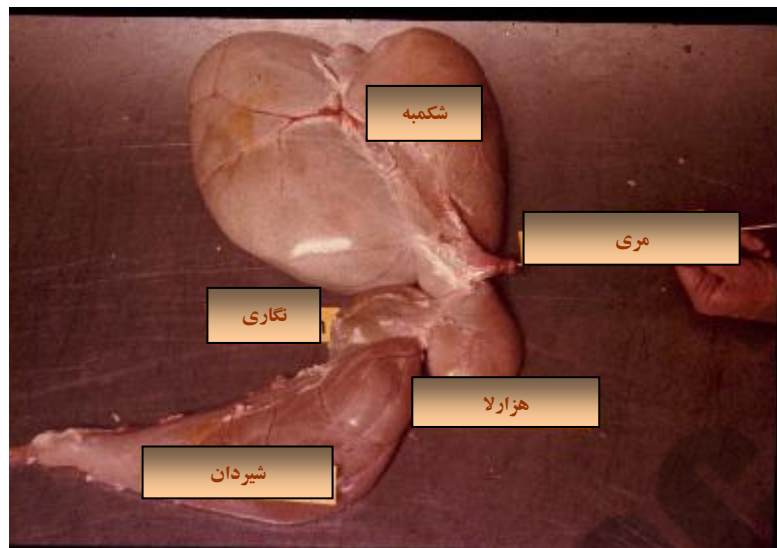
دستگاه گوارش نشخوار کنندگان

میکروبیولوژی و بیوشیمی شکمبه

نشخوار کنندگان به دلیل تنوع میکروبی در دستگاه گوارش، با شرایط مختلف اقلیمی سازگار شده اند و نقش مهمی در تأمین غذای بشر دارند. به عنوان مثال، یک گاو با میانگین تولید ۲۵ کیلوگرم شیر در روز در مدت ۱۰ ماه شیردهی حدود ۷۵۰۰ لیتر شیر، ۲۶۰ کیلوگرم چربی، ۳۰۰ کیلوگرم پروتئین، ۲۶۰ کیلوگرم لاکتوز و ۵۲ کیلوگرم مواد معدنی تولید می کند. این مقدار شیر نیاز پروتئینی یک انسان را تا ۱۰ سال و احتیاجات انرژی وی را تا ۵ سال تأمین می کند، علاوه بر آن کلسیم تراوش شده در این مقدار شیر برابر با نیاز ۳۰ ساله یک انسان است.

گوسفند و گاو مهمترین حیوانات نشخوار کننده مورد استفاده انسان هستند و تغذیه و عملکرد آنها وابستگی تام به دستگاه گوارش اختصاص یافته آنها دارد. در تغذیه نشخوار کنندگان دو بخش عمده مورد بررسی قرار می گیرد و به عبارتی دیگر، در تنظیم جیره این حیوانات تأمین نیازمندی های حیوان میزبان و نیز نیازمندی های میکروارگانیسم های موجود در دستگاه گوارش حیوان اهمیت دارد.

اصولاً دستگاه گوارش حیوانات نشخوار کننده بالغ با حیوانات غیر نشخوار کننده متفاوت است. در ابتدای تولد دستگاه گوارش نوزاد نشخوار کنندگان تا حد زیادی شبیه به دستگاه گوارش حیوانات تک معده ای است، اما با افزایش سن حیوان و استقرار میکروارگانیسم ها در معده نشخوار کنندگان، ویژگی های دستگاه گوارش آنها تغییر می کند.



شکل ۱-۲: بخش‌های مختلف دستگاه گوارش نشخوارکنندگان

مهمترین اختلاف در بین حیوان نشخوار کننده و تک معده‌ای این است که در نشخوارکنندگان مواد غذایی پس از عبور از مری وارد حفره بزرگی به نام شکمبه - نگاری می‌شود. این دو بخش از دستگاه گوارش بیشترین حجم معده را تشکیل می‌دهند و در حقیقت نقش کیسه تخمیری را در دستگاه گوارش دام دارد. لازم به توضیح است که هیچ نوع آنزیمی از دیواره شکمبه - نگاری نشخوارکنندگان، ترشح نمی‌شود.

نگاری

نگاری در قسمت جلو شکمبه قرار گرفته و سطح داخل آن شبیه به لانه زنبور عسل است. نگاری حدود پنج در صد از معده نشخوارکنندگان بالغ را تشکیل می‌دهد. مواد غذایی از طریق این بخش دوباره به دهان برگشته و جویده می‌شوند.^۱ از طرفی، نگاری محلی است برای نگهداری مواد خارجی که حیوان آنها را با سایر مواد غذایی بلعیده است. عارضه فوق که غالباً به عنوان بیماری جسم خارجی نامیده می‌شود در نتیجه بلع سیم، میخ و غیره به وجود می‌آید و سبب زخمی

1 - Rumination

شدن دیواره نگاری می‌شود. وجود جسم خارجی به دو دلیل می‌تواند کشنده باشد: اول این که در نتیجه سوراخ شدن دیواره نگاری باکتریها و سایر میکروارگانیسم‌های موجود در این قسمت وارد حفره بطنی شده و عفونت ایجاد نمایند (التهاب صفاق) و دوم اینکه ممکن است مواد خارجی فوق از طریق جریان وریدی به قلب رسیده و باعث جراحات و متلاشی شدن این عضو گردد.



شکل ۱-۳: نمایی از دیواره نگاری

شکمبه

شکمبه بزرگترین بخش معده حیوان محسوب می‌شود و درحقیقت محل اصلی ذخیره مواد غذایی بلع شده است. این عضو دارای برجستگی‌هایی است که آن را به چند بخش تقسیم می‌کند. در درون شکمبه بافت‌های مخاطی غیر ترش‌چی برگ مانندی وجود دارد که به صورت پرز دیده می‌شوند. وجود این پرزها سطح تماس مواد با دیواره شکمبه را افزایش می‌دهد. تراکم و اندازه این برگ‌ها تحت تأثیر نوع مواد خوراکی قرار می‌گیرد و به طور کلی تعداد و اندازه آنها در قسمت‌های بالایی شکمبه کمتر از قسمت‌های پایین می‌باشد. این عضو با انقباضات قوی خود موجب مخلوط شدن مواد خوراکی بلع شده می‌شود.

حرکات شکمبه از اوایل زندگی آغاز می‌شود و به جزء موارد خاص، در طول عمر حیوان ادامه می‌یابد. حرکات شکمبه - نگاری علاوه بر مخلوط کردن مواد خوراکی موجب تخلیه گازها از طریق فرآیند آروغ زدن^۱ و نیز به جلو راندن مواد خوراکی محلول و تخمیر شده به هزارلا می‌شود. چنانچه به هر دلیل حرکات فوق متوقف شود، عملکرد این عضو دچار اختلال شده و موجب فشردگی و سخت شدن شکمبه^۲ می‌گردد.

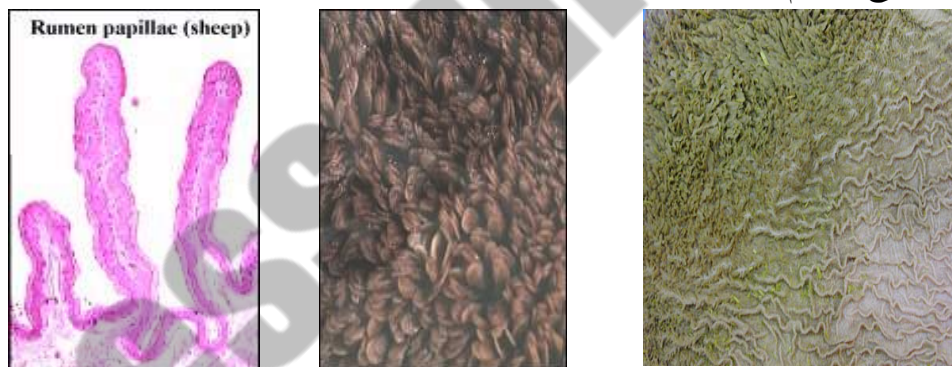
شکمبه - نگاری دارای انقباضهای چرخه‌ای هستند که در هر دقیقه یک تا سه بار رخ می‌دهد.

1- Eructation

2 -Ruminal impaction

بیشترین انقباضات در طی غذا خوردن و کمترین آنها در زمان استراحت حیوان رخ می‌دهد. دو نوع انقباضات در شکمبه - نگاری شناسایی شده: انقباضات نوع اول و انقباضات نوع دوم. انقباضات نوع اول^۱ از نگاری شروع و به آرامی اطراف شکمبه را فرا می‌گیرد. این فرآیند شامل یک موج انقباضی و به دنبال آن استراحت است. به طوری که یک بخش در حال انقباض و بخش دیگر در حال استراحت می‌باشد. انقباضات نوع دوم^۲ تنها در شکمبه رخ داده و با آروغ زدن همگام است.

در شکمبه - نگاری میکروارگانیسم‌های فراوانی زیست می‌کنند که قادرند مواد غذایی را مورد حمله قرار دهند و طی فرآیندهای تخمیری، کربوهیدرات‌های گیاهی را به اسیدهای چرب فرار^۳ مانند استات، پروپیونات و بوتیرات و نیز لاکتات، دی‌اکسید کربن، متان و هیدروژن تبدیل نمایند. اسیدهای چرب فرار تولید شده در این بخش از راه پرزهای دیواره شکمبه - نگاری جذب می‌شود. در گاو حدود ۵۰ لیتر در ساعت و در گوسفند و بز حدود ۵ لیتر در ساعت گاز در شکمبه و نگاری تولید می‌شود. حیوان از طریق آروغ زدن گاز تولیدی در شکمبه - نگاری را دفع می‌کند. سرعت عبور گاز از مری ۱۶۰ تا ۲۲۵ سانتی متر مکعب در ثانیه تخمین زده می‌شود. بخشی از این گاز ممکن است وارد شش‌ها شده و سپس خارج شوند. هر عاملی که تخلیه گاز را متوقف کند، سبب نفخ^۴ در دام می‌شود.



شکل ۱-۴: دیواره شکمبه حاوی پرزهایی است که سطح جذب مواد را افزایش می‌دهد.

هزار لا

-
- 1- Primary contraction
 - 2- Secondary contraction
 - 3-Volatile Fatty Acids
 - 4- bloat

زمانی که مواد غذایی توسط فرایند نشخوار و تخمیر باکتریایی به اندازه کافی خرد و کوچک شدند به هزارلا وارد می‌شوند. این عضو، بیضی شکل بوده و از لایه‌های متعددی تشکیل شده است که بر روی لایه‌های فوق پاییل‌های زیادی وجود دارد و سطحی معادل با یک سوم دستگاه گوارش اولیه نشخوارکنندگان را تشکیل می‌دهد. برخی معتقدند که بخشی از اسیدهای چرب فرار جذب نشده در شکمبه، در این بخش جذب می‌شود. از طرفی آب و برخی از الکترولیت‌ها همچون پتاسیم و سدیم نیز احتمالاً در این بخش جذب می‌شود و غذا قبل از ورود به قسمت بعدی دستگاه گوارش، به مقدار زیاد آبدگیری می‌شود.



شکل ۱-۵: لایه‌های مختلف موجود در هزارلا

شیردان

شیردان به دلیل دارا بودن غدد ترشحی، به عنوان معده اصلی نشخوارکننده شناخته می‌شود. در این عضو اسید کلریدریک و برخی از آنزیم‌ها همچون پپسینوژن ترشح می‌شود.



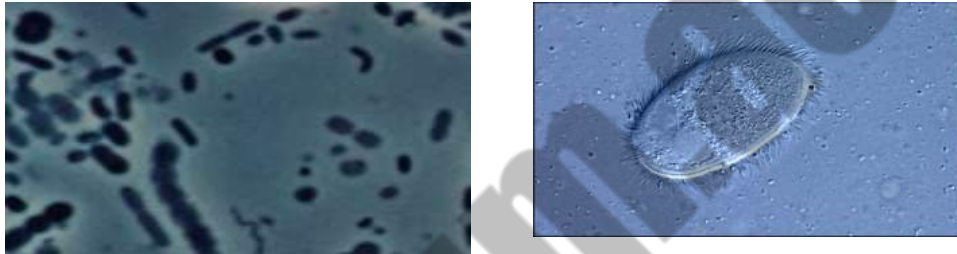
شکل ۱-۶: ساختمان درونی شیردان.

مواد غیر قابل تخمیر در شکمبه و همچنین توده میکروبی سنتز شده در شکمبه وارد قسمت

بعدی دستگاه گوارش گردیده و در آنجا، همانند حیوانات غیر نشخوار کننده، تحت تأثیر آنزیم‌های مترشح از دستگاه گوارش مورد هضم و سپس جذب واقع می‌شوند. البته لازم به توضیح است که در نشخوارکنندگان این فرآیند با هضم مواد پروتئینی در شیردان آغاز می‌شود.

جمعیت میکروبی در شکمبه - نگاری

میکروارگانیزم‌های موجود در شکمبه - نگاری شامل باکتری‌ها، پروتوزواها، قارچ‌ها و ویروس‌ها می‌باشند. غالبیت میکروارگانیزم‌های موجود در شکمبه - نگاری را باکتری‌ها تشکیل می‌دهند (10^{11} تا 10^{12} باکتری در هر میلی لیتر مایع شکمبه). باکتری‌های موجود در شکمبه نگاری بر اساس شکل ظاهری به سه دسته گرد^۱، میله‌ای^۲ و مارپیچ^۳ تقسیم می‌شوند. اندازه این میکروارگانیزم‌ها از $0/3$ تا 50 میکرون متغیر است.



شکل ۱-۷: برخی از باکتری‌های موجود در شکمبه

تعداد پروتوزوا در حدود 10^5 تا 10^6 عدد در هر میلی لیتر مایع شکمبه می‌باشد، اما جمعیت آنها در شکمبه به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد. در اوایل تولد، دستگاه گوارش فاقد پروتوزواها است. در شکمبه دام‌هایی که از جیره غذایی با قابلیت هضم بالا استفاده کرده باشند، تعداد پروتوزواها بیشتری مشاهده می‌شود. نوع و ترکیب مواد غذایی نیز بر انواع گونه‌های پروتوزوا تأثیرگذار است. پروتوزواها از باکتری‌ها به عنوان منبع پروتئینی استفاده می‌کنند. برخی از پروتوزواها در هضم مواد فیبری نقش دارند، اما نقش اصلی آنها در شکمبه هنوز ناشناخته مانده است.

پروتوزواهای موجود در شکمبه به دو دسته عمده مژکدار و فاقد مژک تقسیم می‌شوند.

-
- 1- cocci
 - 2- rods
 - 3- spirilla

پروتوزوای مژکدار خود به دو دسته Vestibulifera و Prostomatea تقسیم می‌شوند که دسته اول غالبیت بیشتری دارد. خود این دسته شامل دو راسته است که عبارتند از:

الف) هولوتریش‌ها^۱ که غالباً بدنشان از مژک^۲ پوشیده شده است و دارای حرکات سریع بوده و معمولاً بزرگتر از سایر پروتوزوای هستند و خود به دو دسته تقسیم می‌شوند:

ایزو تریش‌ها ^۳	داسیتریش‌ها ^۴
<i>Isotrichia intestinalis</i>	<i>Dasytricha ruminantium</i>
<i>Isotrichia prostoma</i>	

ب) انتودینومورف‌ها^۵ یا الیگو تریش‌ها^۶ که مژک کمتری داشته و در بخش‌های خاصی از شکمبه ظاهر می‌شوند. این پروتوزوای کوچکتر از هولوتریش‌ها بوده و دارای هسته‌های بزرگ و یا کوچک اندک و برای شناسایی گونه پروتوزوایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

چهار زیر خانواده در این راسته وجود دارد که عبارتند از:

Diplodinium, Entodinium, Eudodiplodinium, Ophtyridium

به هر حال در شکمبه تغییرات بیوشیمیایی، آنابولیکی و کاتابولیکی متعددی رخ می‌دهد. این تغییرات که در نتیجه تخمیر بر روی مواد خوراکی صورت می‌گیرد منجر به تولید فرآورده‌های با ارزش و قابل استفاده‌ای برای حیوان میزبان می‌شود. مواد غذایی مصرف شده توسط حیوان در شکمبه به ترکیبات مختلفی تبدیل شده که برخی از آنها مستقیماً از دیواره شکمبه جذب و مابقی به همراه مواد هضم نشده و نیز سلول‌های باکتریایی، به قسمت‌های دیگر دستگاه گوارش منتقل و مورد هضم آنزیمی قرار می‌گیرند.

قارچ‌ها نیز حدود ۸ درصد از جمعیت موجود در شکمبه را تشکیل می‌دهند. تأثیر قارچ‌ها بر تخمیرات شکمبه‌ای دقیق مشخص نیست اما استفاده از مواد فیبری در جیره موجب افزایش جمعیت قارچ‌ها در شکمبه خواهد شد. ظاهراً این موجودات در تخمیر موادی همچون سلولز و زایلان موثرند.

1 - Holotrichia

2 - Cilia

3 - Isotrichia

4 - Dasytricha

5 - Entodiniomorphs

6 - Oligotricha



Dasytricha ruminantium



Isotricha intestinalis



Epidinium ecaudatum



Entodinium caudatum

شکل ۸-۱: برخی از انواع پروتوزوای موجود در شکمبه

همان گونه که در قبل اشاره شد فاکتورهای محیطی تأثیر بسیار زیادی بر اکوسیستم شکمبه دارند که از مهمترین آنها می توان به موارد زیر اشاره نمود:

وجود مواد بافری: به دلیل ترشحات بزاق که حاوی مقادیر زیادی بی کربنات و فسفات است pH شکمبه بین ۶/۵ الی ۷/۲ حفظ می شود.

شرایط بی هوازی: که به دلیل مصرف اکسیژن توسط باکتری ها و تولید هیدروژن و آمونیاک توسط آنها شرایط بی هوازی در شکمبه حاصل می شود.

وجود مواد مغذی ضروری: به صورت مداوم در دسترس میکروارگانیسم ها قرار می گیرد. از مهمترین این مواد نیتروژنی و ترکیبات فسفری است که از طریق مواد غذایی و بزاق فراهم می شود.

وجود درجه حرارت مطلوب در شکمبه: که حدود ۳۹ سانتی گراد می باشد.

عدم وجود نور: وجود نور بر روند تخمیرات تاثیر گذاشته و عدم وجود نور شرایط مطلوبتری برای فرآیندهای تخمیری فراهم می سازد.