دامستیک؛ دوره ۲۶، شماره ۱ (شماره ۳۶ پیاپی): ۵۹–۵۰

نشریهٔ علمی– ترویجی (حرفه‌ای)

دامِستیک

انجمن علمی- دانشجویی گروه مهندسی علوم دامی دانشگاه تهران؛ بهار ۱۴۰۵

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_107103.html

مقاله علمی– ترویجی

تانن‌ها در تغذیه نشخوارکنندگان؛ فرصتی برای بهبود بازده پروتئین و کاهش تولید متان

ساسان قمری[1*] و فرهنگ فاتحی[2]

[1] دانشجوی دکتری تخصصی تغذیه دام، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران

[2] دانشیار گرایش تغذیه دام، گروه مهندسی علوم دامی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز، ایران

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2026.406656.1224

چکیده

تانن‌ها، گروهی ناهمگن از ترکیبات پلی‌فنولی گیاهان هستند که به طور گسترده در منابع خوراکی مختلف یافت می‌شوند. اگرچه تانن‌ها به دلیل توانایی در رسوب دادن ماکرومولکول‌هایی مانند پروتئین‌ها، عمدتاً به عنوان مواد ضد مغذی که منجر به کاهش مصرف خوراک و کاهش عملکرد حیوانات می‌شد، در نظر گرفته می‌شوند؛ امّا غلظت‌های کم تا متوسط تانن‌ها (بسته به منبع) می‌توانند ارزش غذایی خوراک، کیفیت محصول و پایداری محیط زیست را بهبود بخشند، منجر به افزایش توجه به آن‌ها شده است. تانن‌های متراکم در محیط خنثی شکمبه کمپلکس‌های تانن پروتئین تشکیل می‌دهند که در برابر تجزیه میکروبی مقاوم هستند که این سازوکار، پروتئین را از تجزیهٔ بیش از حد محافظت کرده و جریان پروتئین غیرقابل تجزیه شکمبه (RUP) به روده کوچک را افزایش می‌دهد که این فرآیند بازده استفاده از نیتروژن را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، تانن‌ها مزایای زیست محیطی قابل توجهی دارند؛ آن‌ها تولید گاز متان (CH_4) در نشخوارکنندگان را کاهش داده و با تغییر دفع نیتروژن از ادرار به مدفوع، دفع کلی نیتروژن را بهبود می‌بخشند. تانن‌ها همچنین با تعدیل بیوهیدروژناسیون چربی در شکمبه، جریان اسیدهای چرب غیراشباع مفید مانند CLA و اسید واکسنیک به روده را افزایش داده و کیفیت گوشت و شیر را بهبود می‌بخشند. تانن‌های متراکم برای کنترل نفخ مرتعی و به عنوان یک راهکار ضد انگلی برای کنترل نماتودهای دستگاه گوارش نیز شناخته شده هستند. به صورت کلی استفاده از تانن به عواملی مانند ساختار شیمیایی، غلظت و گونه حیوانی بستگی دارد. مدیریت دقیق دوز (غلظت‌های کم تا متوسط) و استفاده از عوامل خنثی‌کننده مانند پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) می‌تواند اثرات مفید این ترکیبات را به حداکثر رسانده و خطرات آن‌ها را به حداقل برساند.

کلمات کلیدی: استخراج تانن، پروتئین عبوری، تانن‌ها، متان، نشخوارکنندگان

***نویسنده مسئول:** ghamari.sasan@ut.ac.ir

بخش: تغذیه دام **دبیر تخصصی:** دکتر پروین شورنگ

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۳۰ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۴/۱۰/۱۳ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۱۰/۱۵ **تاریخ انتشار آنلاین:** ۱۴۰۵/۰۲/۲۲

رفرنس‌دهی: قمری، س.، فاتحی، ف. تانن‌ها در تغذیه نشخوارکنندگان؛ فرصتی برای بهبود بازده پروتئین و کاهش تولید متان. *علمی- ترویجی (حرفه‌ای) دامِستیک*، ۱۴۰۵؛ ۲۶(۱): ۵۰-۵۹.

مقدمه

تانن‌ها گروهی متنوع از ترکیبات پلی‌فنولی هستند که به طور گسترده در طیف وسیعی از گونه‌های گیاهی حضور دارند و در منابع مختلف خوراک دام با غلظت‌های متفاوت مشاهده می‌شوند (Combs, 2016; Jerónimo *et al.*, 2016). این ترکیبات از دیرباز به سبب توانایی‌شان در رسوب‌دادن ماکرومولکول‌هایی مانند پروتئین‌ها شناخته شده‌اند. برای مدت طولانی استفاده از تانن‌ها در تغذیه دام، به عنوان یک مادهٔ ضد مغذی در نظر گرفته می‌شدند که با اثرات نامطلوبی مانند کاهش مصرف خوراک، کاهش جذب مواد مغذی و کاهش عملکرد حیوانات همراه بودند (Frutos *et al.*, 2004; Kumar and Singh, 1984; Yanza *et al.*, 2021). با این وجود، تحقیقات اخیر و ارزیابی‌های متعدد، آگاهی فزاینده‌ای را نسبت به نقش‌های مفید و بسیار مهم تانن‌ها، به ویژه در جیره‌های نشخوارکنندگان، برجسته کرده است و دیدگاه در مورد آن‌ها را صرفاً از ترکیبات ضد مغذی به افزودنی‌های مغذی با ارزش تغییر داده است (Jerónimo *et al.*, 2016; Yanza *et al.*, 2021; Fonseca *et al.*, 2023)، این تغییر در دیدگاه ناشی از درک این است که تانن‌ها هنگامی که بسته به منبع آن‌ها در غلظت‌های کم تا متوسط در جیره غذایی گنجانده می‌شوند، می‌توانند به طور قابل توجهی به ارزش غذایی خوراک، بهبود کیفیت محصولات خوراکی و افزایش سلامت و رفاه حیوانات کمک کنند (Patra and Saxena, 2011; Yanza *et al.*, 2021). سازوکار اصلی که اهمیت تانن‌ها را در تغذیه دام به ویژه برای نشخوارکنندگان (گوسفند، گاو و بز) برجسته می‌کند، ساختار مولکولی آن‌ها است که به آن‌ها اجازه می‌دهد تخمیر شکمبه‌ای را به طور مطلوبی تعدیل کنند (Patra and Saxena, 2011;Yanza *et al.*, 2021). تانن‌های متراکم (Condensed tannin) دارای توانایی منحصر به فردی برای اتصال به پروتئین‌های خوراک در شرایط تقریباً خنثی شکمبه (PH ۵/۵ تا ۷) هستند و کمپلکس‌های تانن-پروتئین را تشکیل می‌دهند که در برابر تجزیه بیش از حد میکروبی مقاوم هستند (Makkar, 2003; Yanza *et al.*, 2021). این فرآیند از پروتئین محافظت کرده و باعث عبوری کردن پروتئین از شکمبه می‌شود؛ در این حالت پروتئین بدون تجزیه به بخش‌های پس از شکمبه (دستگاه گوارش تحتانی) جریان می‌یابد (Jerónimo *et al.*, 2016; Patra and Saxena, 2011)، نکته قابل توجه این است که این کمپلکس‌ها متعاقباً در محیط اسیدی شیردان (pH برابر ۲/۵ تا ۳/۵) و شرایط قلیایی ابتدایی روده کوچک (pH تقریباً ۷/۵) تجزیه می‌شوند و پروتئین را برای هضم و جذب آزاد می‌کنند (Patra *et al.*, 2012; Dentinho *et al.*, 2020) این عمل هضم و جذب پروتئین خوراکی را بهبود می‌بخشد که منجر به افزایش جریان نیتروژن غیر آمونیاکی به روده و بهبود بازده نیتروژن می‌شود (Patra and Saxena, 2011; Yanza *et al.*, 2021) این بهبود در استفاده از پروتئین می‌تواند به نوبه خود به بهبود عملکرد حیوانات مانند افزایش عملکرد رشد، افزایش رشد پشم و تولید شیر کمک کند (Min *et al.*, 2003; Waghorn, 2008; Patra and Saxena, 2011). فراتر از بهبود استفاده از پروتئین، تانن‌ها مزایای قابل توجهی در ارتباط با سلامت حیوانات و پایداری محیط زیست را نشان می‌دهند.

با وجود کاربردهای نوید بخش و متعدد، امّا باید تانن‌ها به دلیل ناپایداری ذاتی و اثرات مخرب بالقوه آن‌ها با دقت مورد توجه و بررسی قرار گیرند (Jerónimo *et al.*, 2016). نتیجهٔ حاصل از استفاده آن‌ها این که چه مفید و چه مضر باشند، بسیار وابسته به عواملی مانند نوع و ساختار شیمیایی تانن‌ها (قابل هیدرولیز در مقابل متراکم)، غلظت یا مقدار مصرف، ترکیب جیرهٔ پایه و عوامل مربوط به حیوان مانند گونه و مرحله فیزیولوژیک می باشد (Jerónimo *et al.*, 2016; Besharati *et al.*, 2022; Makkar, 2003). بنابراین، علاقه فزاینده کنونی به استفاده از تانن‌ها نیازمند تحقیقات مداوم برای تعیین شرایط بهینه استفاده از آن است تا اطمینان حاصل شود که کیفیت محصول بدون به خطر انداختن سلامت و عملکرد حیوانات بهبود می‌یابد (Jerónimo *et al.*, 2016; Fonseca *et al.*, 2023) تانن‌ها باید به دلیل پتانسیل خود در تعدیل مصرف نیتروژن، کاهش گازهای گلخانه‌ای، بهبود سلامت حیوانات و افزایش کیفیت محصول حیوانی به عنوان افزودنی‌های مهم خوراکی در نظر گرفته شوند که در ادامه با تشریح بیشتر ویژگی‌های آن‌ها، زمینه‌های استفاده بیشتر و کاربردهای دیگر تانن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تعریف تانن‌ها

تانن‌ها به عنوان ترکیبات ثانویه فنولی گیاهان در نظر گرفته می‌شوند (Jerónimo *et al.*, 2016)، که اصطلاح تانن از خاصیت آن‌ها در تعامل با ماکرومولکول‌ها، مانند پروتئین‌ها و رسوب دادن آن‌ها نشأت گرفته است؛ این توانایی آن‌ها را برای دباغی پوست حیوانات به چرم نشان می‌دهد (Combs, 2016; Hagerman, 2010; Patra *et al.*, 2012; Das *et al.*, 2020). منشأ کلمهٔ تانن از کلمه باستانی سلتیک از درخت بلوط گرفته شده است (Hagerman, 2002). یک تعریف کلی‌تر تانن‌ها را به عنوان پلی‌فنول‌های با وزن مولکولی بالا که توانایی رسوب دادن پروتئین ها را دارند، تعریف می‌شود (Combs, 2016)، و به طور خاص‌تر تانن‌ها به عنوان ترکیبات فنولی محلول در آب تعریف می‌شوند که معمولاً وزنی مولکولی بین ۵۰۰ تا ۳۰۰۰ دالتون (Da) دارند (Bate-Smith, 1972). اگرچه وزن مولکولی گزارش شده می‌تواند از ۳۰۰ تا چندین هزار دالتون متغیر باشد و برخی از تانن‌های

متراکم به بیش از ۲۰،۰۰۰ دالتون نیز می‌رسند (Das *et al.*, 2020; Besharati *et al.*, 2022). تانن‌ها ترکیبات فنولی پلیمری هستند که معمولاً تعداد زیادی گروه‌های هیدروکسیل فنولی (حدود ۱۲ تا ۱۶ گروه فنولی و ۵ تا ۷ حلقه آروماتیک به ازای هر ۱۰۰۰ واحد جرم مولکولی نسبی) دارند که به آن‌ها ظرفیت تشکیل کمپلکس‌های قوی عمدتاً با پروتئین‌ها و در مقیاس کمتر با کربوهیدرات‌ها را می‌دهد (Patra and Saxena, 2011; Patra *et al.*, 2012). حضور گروه‌های هیدروکسیل کافی و سایر گروه‌های مناسب مانند کربوکسیل‌ها به آن‌ها اجازه می‌دهد که کمپلکس‌های قوی مؤثری را با پروتئین‌ها و سایر ماکرومولکول‌ها تشکیل دهند (Horvath, 1981; Besharati *et al.*, 2022).

طبقه‌بندی تانن‌ها

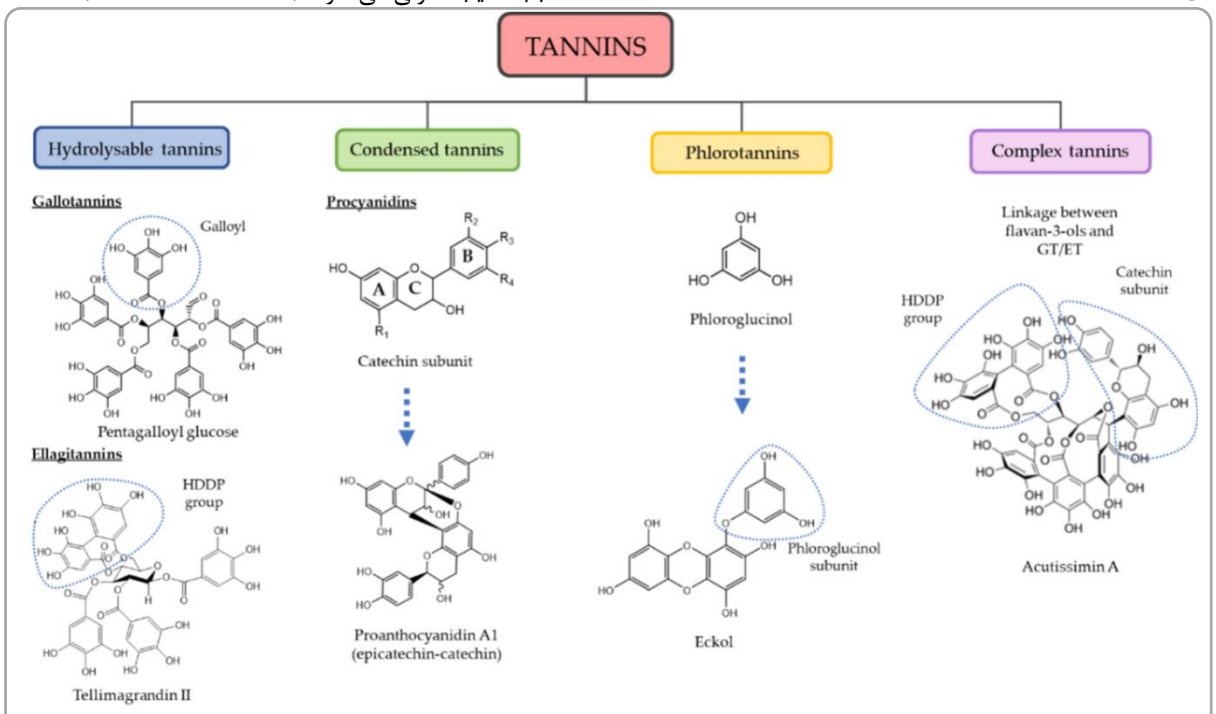
تانن‌ها معمولاً براساس ساختارهای شیمیایی به چهارگروه عمده طبقه‌بندی می‌شوند:

۱. تانن‌های قابل هیدرولیز (HT: Hydrolysable Tannins)

ساختمان: این‌ها مولکول‌های پیچیده‌ای هستند که یک هسته پلی‌اُل به عنوان هسته مرکزی دارند، اغلب گلوکز، گلوکیتول، اسیدهای کینیک، کوئرسیسترول یا شیکمیک اسید که به طور جزئی یا کامل با یک گروه فنولی استری شده است (Patra and Saxena, 2011; Fonseca *et al.*, 2023). این ترکیبات معمولاً دارای یک هستهٔ قندی مانند گلوکز هستند (Sharma, 2019).

زیرمجموعه‌ها: تانن‌های قابل هیدرولیز به گالوتانن‌ها (اسید فنولیک، اسید گالیک) یا الاژیتانن‌ها (اسید فنولیک، اسید هگزاهیدروکسی دی‌فنیک یا اسید الاژیک) طبقه‌بندی می‌شوند (Patra and Saxena, 2011; Fonseca *et al.*, 2023).

خواص: تانن‌های قابل هیدرولیز عموماً محلول‌تر در آب هستند و تمایل به داشتن وزن مولکولی کمتری نسبت به تانن‌های متراکم دارند (Jerónimo *et al.*, 2016; Fonseca *et al.*, 2023). آن‌ها در برابر هیدرولیز توسط اسیدها، بازها یا استرازها حساس هستند و هسته پلی‌اُل و اسیدهای فنولی تشکیل‌دهنده را آزاد می‌کنند (Patra *et al.*, 2012). در نشخوارکنندگان تانن‌های قابل هیدرولیز می‌توانند توسط آنزیم‌ها در شکمبه پیوندهای استری بین گلوکز و زیرواحدهای فنولی را شکسته و اسید گالیک تولید کنند که به پیروگالل و رزورسینول متابولیزه می‌شود و این‌ها سبب آسیب سلولی می شوند (Jerónimo *et al.*, 2016).



شکل ۱– طبقه‌بندی و ساختارهای کلی تانن‌ها. گروه‌های عاملی با دایره مشخص شده‌اند. حلقه‌ها در مولکول کاتچین با A، B و C نشان گذاری شده‌اند. GT: گالوتانین‌ها؛ ET: الاژیتانین‌ها؛ HHDP: هگزاهیدروکسی دی‌فنول (Fraga-Corral *et al*,.2021).

۲. تانن‌های متراکم (CT: Condensed Tannins) **یا پروآنتوسیانیدین‌ها**

ساختار: تانن‌های متراکم الیگومرها یا پلیمرهایی از واحدهای فلاوانول (فلاوان-۳-اُل‌ها، به ویژه واحدهای (اپی)کاتچین و (اپی)گالوکاتچین) هستند (Fonseca *et al.*, 2023). این دسته از تانن‌ها هسته قندی ندارند (Sharma, 2019).

پیوندها: واحدهای فلاوانول معمولاً توسط پیوندهای کربن-کربن، به طور معمول پیوندهای بین فلاوانوئیدی C4–C8 و C4–C6 به هم متصل می‌شوند (Fonseca *et al.*, 2023).

خواص: تانن‌های متراکم به دلیل این که پس از واکنش اسید بوتانول به رنگدانه‌های آنتوسیانیدین (مانند سیانیدین و دلفینیدین) تجزیه می‌شوند، پروآنتوسیانیدین‌ها نیز نامیده می‌شوند (Patra and Saxena, 2011; Hagerman *et al.*, 1992; Porter *et al.*, 1986). همچنین تانن‌های متراکم در برابر تجزیه توسط هیدرولیز با اسیدهای رقیق یا آنزیم‌ها مقاوم هستند (Besharati *et al.*, 2022; Fonseca *et al.*, 2023).

۳-تانن‌های پیچیده (Complex Tannins): این نوع از تانن‌ها دارای واحدهای مونومری از هر دو نوع تانن قابل هیدرولیز و متراکم هستند (Besharati *et al.*, 2022).

۴-فلوروتانن‌ها (Phlorotannins): این‌ها تانن‌هایی هستند که به طور اختصاصی در جلبک‌های قهوه‌ای دریایی یافت می‌شوند (Fraga-Corral *et al.*, 2021).

تکنیک‌های استخراج تانن

استخراج تانن‌ها یک فرآیند حیاتی برای ارزش‌گذاری آن‌ها است، اگر چه ماهیت ناهمگن آن‌ها مانع از وجود یک روش کلی برای استخراج آن‌ها می‌شود (Martinez *et al.*,2019; Das *et al.*, 2020). بازده، خلوص و ترکیب عصاره‌ها به شدت به عواملی مانند منبع گیاهی، تکنیک استخراج مورد استفاده، زمان، دما، فشار، نوع حلال و نسبت جامد به حلال بستگی دارد (Das *et al.*, 2020; Martinez *et al.*,2019). تانن‌ها به طور معمول از مواد گیاهی مانند پوست، چوب، برگ‌ها، ساقه‌ها، دانه و ریشه‌ها استخراج می‌شوند (Das *et al.*, 2020). فرآیند اصلی استخراج شامل تماس دادن مواد گیاهی جامد با یک حلال است که به دیواره سلولی نفوذ می‌کند، تانن‌ها را حل می‌کند و آن‌ها را به شکل عصاره خارج می‌کند (Martinez *et al.*,2019).

تکنیک های سنتی استخراج

۱- استخراج مایع-جامد

ساده‌ترین و معمول‌ترین روش مورد استفاده برای استخراج تانن‌ها، استخراج مایع-جامد (SLE= Solid-Liquid Extraction) است که به تماس مستقیم بین ماده جامد و حلال بدون انجام فرآیند بیشتر متکی است (Martinez *et al.*,2019).

حلال‌ها: تانن‌ها عمدتاً ترکیبات پلی‌فنولی محلول در آب هستند (Beltran-Heredia, 2009). در استخراج سنتی از آب به تنهایی (اغلب آب داغ) یا مخلوطی با حلال‌های آلی مانند متانول، اتانول، استون یا محلول‌های قلیایی مانند NaOH یا سدیم سولفیت استفاده می‌کنند (Das *et al.*, 2020). استخراج با متانول در برخی موارد بازده بیشتری نسبت به استخراج با آب داشته است (Duraisamy *et al.*, 2020; Medini *et al.*, 2014).

شرایط: در روش استخراج SLE به زمان طولانی و مقدار زیادی حلال نیاز دارد که متعاقباً نیاز به تبخیر دارد و منجر به هزینه‌های بالای انرژی می‌شود (Martinez *et al.*,2019). استخراج با آب داغ همچنان در صنعت به دلیل سادگی و هزینه پایین‌تر از محبوبیت بیشتری برخوردار است (Kemppainen *et al.*, 2014; Fraga-Corral *et al.*, 2020).

۲-تکنیک‌های پیشرفته و نوین استخراج تانن‌ها

در سال‌های اخیر چندین تکنیک پیشرفته که گزینه‌های بهتر و کارآمدتری را ارائه می‌دهند، ظهور کرده‌اند؛ اغلب این روش‌ها منجر به افزایش بازده استخراج یا کاهش زمان فرآیند کردن و مصرف حلال در مقایسه با SLE می‌شوند (Martinez *et al.*,2019).

۲-۱. استخراج با آب تحت فشار (PWE: Pressurized Water Extraction): این روش از آب در دماهای بالا (۱۴۰ °C یا بالاتر تا ۳۷۴ °C) و فشار(۴ تا ۲۲/۱ مگاپاسکال) استفاده می‌کنند (Das *et al.*, 2020). PWE قدرت حلالیت آب را در افزایش می‌دهد، مقدار تانن‌های استخراج شده را بالا برده و زمان استخراج را به طور قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با SLE معمولی کاهش می‌دهد (Martinez *et al.*,2019).

۲-۲. استخراج به کمک مایکروویو (MAE: Microwave-Assisted Extraction): این تکنیک، حلال‌ها را با حرارت سریع در یک میدان مایکروویو ترکیب می‌کند. استفاده از حرارت حلالیت حلال را افزایش می‌دهد و تخلخل ماده را بهبود می‌بخشد که نفوذ آسان‌تر حلال را ممکن می‌سازد. MAE در زمان‌های بسیار کوتاهی (۱ تا ۲۰ دقیقه) استخراج را انجام داده و عملکرد بهتری نسبت به SLE معمولی نشان می‌دهد (Martinez *et al.*,2019).

۲-۳. استخراج به کمک اولتراسوند (UAE: Ultrasound-Assisted Extraction): این روش از فناوری اولتراسوند استفاده می‌کند و اغلب زمان استخراج را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد و حلال کمتری نیاز دارد. این روش با تقویت قدرت نفوذ حلال و بهبود کارایی استخراج تانن از ماتریکس گیاهی عمل می‌کند (Martinez *et al.*,2019).

۲-۴. استخراج با سیال فوق بحرانی (SFE: Supercritical fluid extraction): در این روش معمولاً از حلال‌هایی مانند دی‌اکسید کربن استفاده می‌شود که اغلب نیاز به استفاده از حلال‌های کمکی (یا اصلاح‌کننده‌ها) برای عملکرد بهتر دارد (Das *et al.*, 2020). SFE از مزایای استفاده از دماهای ملایم و یک حلال غیرسمی بهره می‌برد که از اکسیداسیون جلوگیری می‌کند، هر چند به دلیل نیاز به فشارهای بالا، هزینه زیادی را طلب می‌کند (Martinez *et al.*, 2019).

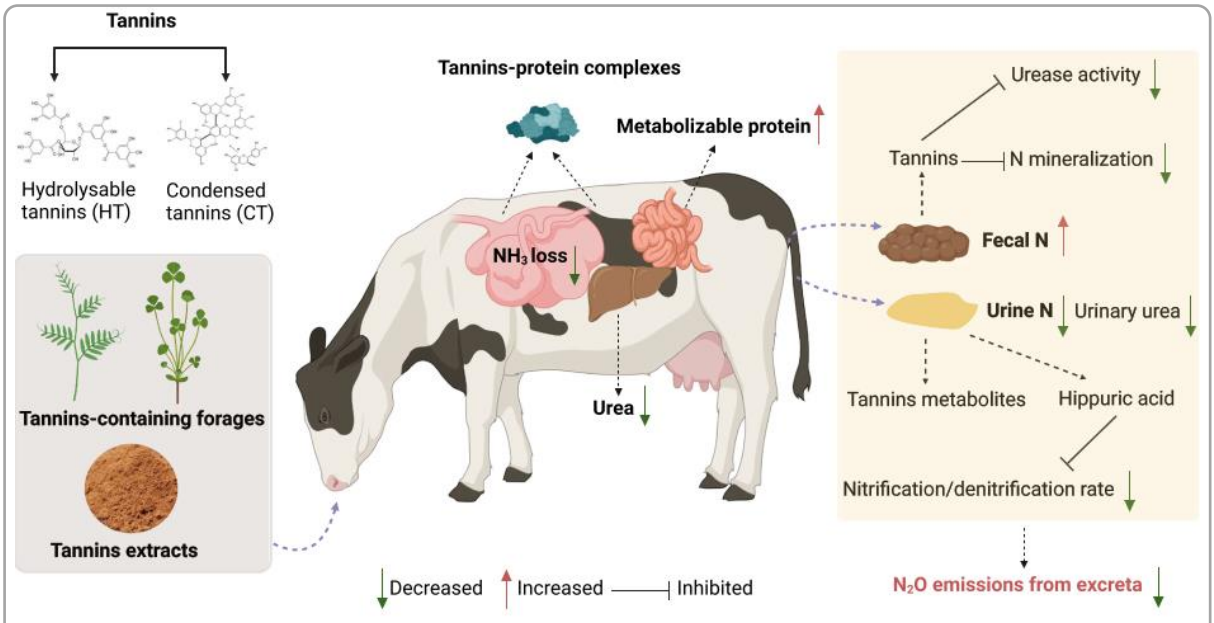
۵-۲. سایر تکنیک‌های پیشرفته: شامل استخراج به کمک مایع یونی، استخراج به کمک مادون قرمز و استخراج با استفاده از تابش گاما هستند (Das *et al.*, 2020; Cai *et al.*, 2011; Chen *et al.*, 2010). استفاده از مایعات یونی بهبود چشمگیری در استخراج تانن در مقایسه با حلال‌های آلی سنتی در SLE فراهم کرده است (Martinez *et al.*,2019).

تانن‌ها در تغذیه نشخوارکنندگان

تانن‌ها به صورت طبیعی در منابع خوراکی مانند برگ درختچه‌ها و علوفه‌های مناطق معتدل یا به صورت افزودنی به عنوان عصاره‌های گیاهی به طور گسترده در جیره نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرند (Yanza *et al.*, 2021; Besharati *et al.*, 2022). اثرات تانن‌ها در نشخوارکنندگان بسیار پیچیده است و بسته به غلظت، ساختار شیمیایی، ترکیب جیره و عوامل مربوط به حیوان می‌تواند هم مفید و هم مضر باشد (Piluzza *et al.*, 2014; Jerónimo *et al.*, 2016).

۱- محافظت از پروتئین و متابولیسم نیتروژن: عملکرد اصلی و مفید تانن‌ها در نشخوارکنندگان در توانایی آن‌ها برای تعدیل متابولیسم نیتروژن (N) در شکمبه نهفته است. تانن‌ها، به ویژه تانن‌های متراکم ساختار مولکولی لازم را برای اتصال به پروتئین‌ها از طریق پیوندهای هیدروژنی و تشکیل کمپلکس تانن–پروتئین دارند (Yanza *et al.*, 2021; Patra and Saxena, 2011; Hagerman and Butler, 1989). این کمپلکس در شرایط pHخنثی شکمبه (تقریباً ۵/۵ تا ۷) پایدار است و در برابر تجزیه میکروبی مقاوم است، بنابراین از تجزیه بیش از حد پروتئین در شکمبه جلوگیری می‌کند. این عمل منجر به افزایش جریان پروتئین غیرقابل تجزیه از شکمبه (RUP: Rumen undegradable protein) به روده کوچک می‌شود. پس از رسیدن کمپلکس به محیط اسیدی شیردان (Ph برابر ۲/۵ تا ۳/۵) و محیط قلیایی روده کوچک (حدود pH <۷/۵) تانن و پروتئین تفکیک شده و پروتئین برای هضم و جذب کارآمد پس از شکمبه آزاد می‌شود (Yanza *et al.*, 2021; Makkar, 2003; Jones and Mangan, 1977; Barry *et al.*, 1986 Dentinho *et al.*, 2007). تحقیقات نشان داده‌اند که تانن‌ها غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه‌ای را نیز کاهش می‌دهند (Herremans *et al.*, 2020). در گاوهای شیری، استفاده از عصاره تانن باعث کاهش خطی در نیتروژن آمونیاکی شکمبه‌ای با افزایش سطوح تانن مشاهده شده است (Aguerre *et al.*, 2016). این مکانیسم سبب بهبود استفاده گوارشی از پروتئین، به طور بالقوه باعث افزایش بازده نیتروزن می‌شود (Yanza *et al.*, 2021; Patra and Saxena, 2011).

۲- کاهش متان و دفع نیتروژن: تانن‌ها با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به ویژه متان (CH_4)، مزایای قابل توجهی را در رابطه با پایداری و حفظ محیط زیست نشان می‌دهند (Fonseca *et al.*, 2023; Yanza *et al.*, 2021). متان در طی تخمیر شکمبه‌ای تولید می‌شود و عصاره‌های تانن تولید CH_4 را در آزمایشات *in vivo* و *in vitro* کاهش داده‌اند (Jayanegara *et al.*, 2012; Yanza *et al.*, 2021). اثرات ضد متان‌زایی تانن‌ها به مهار مستقیم آرکی های متان‌زا نسبت داده می‌شود (Patra *et al.*, 2012; Beauchemin *et al.*, 2007). استفاده از عصاره تانن‌های متراکم کاهش متان‌زایی و نیتروژن ادراری را در گوسفندان نشان داده است (Carulla *et al.*, 2005; Patra *et al.*, 2012).



شکل۲- نقش تانن‌های خوراک در کاهش دفع نیتروژن و انتشار N_2O از فضولات نشخوارکنندگان (Zhao *et al.*, 2023).

تانن‌ها بازده استفاده از نیتروژن را بهبود می‌بخشند و تأثیر محیط زیستی دفع نیتروژن را کاهش می‌دهند (Fonseca *et al.*, 2023). تانن‌ها باعث تغییر در دفع نیتروژن از ادرار به مدفوع می‌شوند. این توزیع مجدد مطلوب است، زیرا نیتروژن ادراری (اوره) در مقایسه با نیتروژن مدفوعی، باعث تولید و انتشار مواد مضرتری مانند آمونیاک (NH_3) و اکسید نیتروژن (N_2O) می‌شود (Herremans *et al.*, 2020; Fonseca *et al.*, 2023). دفع نیتروژن ادراری کمتر به این فرضیه اشاره دارد که عصاره‌های تانن می‌توانند انتشار آمونیاک از کود حیوانی را کاهش دهند (Aguerre *et al.*, 2016).

۳- اثرات تانن بر مصرف خوراک، قابلیت هضم و عملکرد تولیدی: در غلظت‌های بالا، تانن‌ها مصرف اختیاری خوراک را کاهش داده و آنزیم‌های گوارشی را مهار می‌کنند که منجر به عملکرد ضعیف در دام می‌شود (Yanza *et al.*, 2021; Min *et al.*, 2003; Waghorn, 2008). کاهش مصرف خوراک اغلب به طعم گس‌کنندگی تانن‌ها و عدم خوشخوراکی مربوط می‌شود (Yanza *et al.*, 2021). در یک مطالعه فراتحلیل با موضوع استفاده از عصاره تانن در تغذیه نشخوارکنندگان گزارش شده است که افزایش سطح تانن به طور کلی مصرف ماده خشک، قابلیت هضم و عملکرد تولید نشخوارکنندگان را کاهش می‌دهد (Yanza *et al.*, 2021). همچنین با افزایش مکمل‌سازی تانن‌ها، کاهش خطی در قابلیت هضم ماده خشک (DMD)، قابلیت هضم ماده آلی (OMD)، قابلیت هضم پروتئین خام (CPD) و قابلیت هضم فیبر شوینده خنثی (NDFD) مشاهده شده است (Yanza *et al.*, 2021; Aguerre *et al.*, 2016). امّا با این وجود، نتایج مثبت نیز گزارش شده است به طوری که علوفه‌های غنی از CT، نشان داده‌اند که بدون این که هضم شکمبه‌ای فیبر یا مصرف اختیاری خوراک را کاهش یابد تجزیه پروتئین در شکمبه را کاهش داده و جذب اسید آمینه را در روده را افزایش داده است (Waghorn *et al.*, 1987a; Min *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 1996). در یک مطالعه بر روی گوسفند، استفاده از مکمل CT در جیرهٔ قابلیت هضم ظاهری نیتروژن و ماده آلی را کاهش داده، امّا نیتروژن جذب و ابقا شده را افزایش داده است (Saleh *et al.*, 2018; Al-Haidary *et al.*, 2017).

۴- اثر تانن بر تخمیر شکمبه، هضم کربوهیدرات و اکولوژی میکروبی: تانن‌ها با دستکاری اکوسیستم میکروبی و با هدف قرار دادن باکتری‌ها، پروتوزوآها و آرکه‌ها به عنوان تعدیل‌کننده‌های شکمبه عمل می‌کنند (Patra and Saxena, 2011; Min *et al.*, 2003; Patra *et al.*, 2012).

۴-۱. اسیدهای چرب فرار: مکمل‌سازی CT معمولاً غلظت کل اسیدهای چرب فرار را کاهش می‌دهد (Dschaak *et al.*, 2011). در گوسفندانی که از علوفه‌های حاوی تانن مصرف کردند، تانن‌های متراکم غلظت ایزوبوتیریک اسید، ایزووالریک اسید و n-والریک اسید را کاهش دادند، که این نشان می‌دهد CT از دی‌آمیناسیون اسیدهای آمینه ضروری (مانند والین، لوسین، آرژنین و لیزین) جلوگیری می‌کند (Wang *et al.*, 1994).

۴-۲. استفاده از کربوهیدرات: غلظت‌های بالای CT هضم کربوهیدرات و همی‌سلولز در شکمبه را کاهش داده است (Barry and Manley, 1984). با این حال، تانن‌های HT شاه بلوط بر هضم ترکیبات غیر نیتروژنی در گوسفند و بز تأثیر معناداری نداشته است (Zimmer and Cordesse, 1996). عصاره‌های HT (مانند عصاره شاه بلوط یا اسید تانیک) کینتیک تخمیر نشاسته و سلولز را *in vitro* تغییر داده‌اند، که احتمالاً در اثر تشکیل کمپلکس‌های غیرقابل تخمیر با سوبسترا یا کاهش فعالیت آنزیمی میکروبی بوده است (Sivka and Lavrencic, 2007a; Getachew *et al.*, 2008).

۴-۳. مهار میکروبی: تانن‌های متراکم رشد و پروتئولیز سویه‌های باکتریایی شکمبه‌ای را مهار می‌کند (Patra and Saxena, 2011).

۵- اثر تانن بر کیفیت محصول و پروفایل اسیدهای چرب: تانن‌ها با تعدیل بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای اسیدهای چرب غیراشباع، بر متابولیسم چربی‌ها تأثیر می‌گذارند (Frutos *et al.*, 2020). بیوهیدروژناسیون فرآیندی است که طی آن میکروب‌های شکمبه اسیدهای چرب غیراشباع را اشباع می‌کنند (Patra and Saxena, 2011). با مهار مراحل نهایی بیوهیدروژناسیون، تانن‌ها می‌توانند جریان اسیدهای چرب مفید را به روده برای جذب را افزایش دهند (Frutos *et al.*, 2020). این امر منجر به افزایش اسیدهای چرب مفید مانند اسید لینولئیک کونژوگه (CLA: Conjugated Linoleic Acid)، رومنیک اسید، C18:2 (cis–9,trans–11) و اسید واکسنیک (C18:1 trans–11) برای سلامتی در گوشت و شیر می‌شود (Jerónimo *et al.*, 2016; Frutos *et al.*, 2020). رومنیک اسید عمدتاً از طریق دلتا ۹ دسچوراز در پستان یا بافت عضلانی از واکسنیک اسید تولید می‌شود بنابراین، افزایش تشکیل واکسنیک اسید در شکمبه و جذب آن در دوازدهه هدف اصلی است (Vasta *et al.*, 2012). عصاره‌های تانن انگور و شاه‌بلوط یا لادن صمغ دار (Cistus ladanifer) می‌توانند غلظت C18:1 trans–11 (اسید واکسنیک) را تا دو برابر در محتویات گوارشی افزایش دهند (Vasta *et al.*, 2010; Buccioni *et al.*, 2017a; Costa *et al.*, 2017). تانن‌های متراکم ممکن است با کاهش بیوهیدروزناسیون، درصد اسید واکسنیک (VA) را در چربی شیر افزایش دهد (Cabiddu *et al.*, 2009)، همچنین تانن‌های متراکم ممکن است با اسید های چرب

میکروبی در ارتباط باشند؛ در یک مطالعه، تانن‌های متراکم با کاهش درصد اسید مارگاریک (C17:0) در چربی شیر بزها مرتبط بود، که ممکن است با میزان بیوهیدروژناسیون ارتباط معکوس داشته باشد، زیرا این اسید چربی‌ها اغلب در لیپیدهای غشای باکتری‌های آمیلولیتیک وجود دارد (Cabiddu *et al.*, 2009).

۶-اثرات نامطلوب و سمیت تانن‌ها: غلظت‌های بالای تانن‌ها همچنان به عنوان یک ضد مغذی قابل توجه هستند، که مصرف و قابلیت هضم پروتئین و کربوهیدرات‌ها را کاهش داده و آنزیم‌های گوارشی را مهار می‌کنند (Jerónimo *et al.*, 2016; Silanikove *et al.*, 1994).

عمدتاً خطر سمیت مرتبط به تانن‌های قابل هیدرولیز (HT)است (Jerónimo *et al.*, 2016; Mueller-Harvey, 2006; Makkar, 2003). تانن‌های قابل هیدرولیز توسط آنزیم‌های شکمبه دپلیمریزه شده و متابولیت‌هایی مانند اسید گالیک تولید می‌کنند که مسئول آسیب سلولی در کبد و کلیه‌ها هستند (Spier *et al.*, 1987; Murdiati *et al.*, 1992; Mueller-Harvey, 2006) . در مقابل، تانن‌های متراکم (CT) پلیمرهای پایداری هستند و به طور کلی جذب جریان خون نمی‌شوند، بنابراین احتمال کمتری برای آسیب رساندن به اندام‌های داخلی بدن را دارند (Jerónimo *et al.*, 2016; Makkar, 2003).

۷-سازگاری نشخوارکنندگان و مدیریت تانن‌ها: نشخوارکنندگان برای مقابله با تانن‌ها، مکانیسم‌های تطبیقی دارند. در آزمایش روی موش‌ها مشخص شد که پروتئین‌های غنی از پرولین (PRPs) بزاق، که توسط تانن‌های جیره خوراکی تحریک به ترشح می‌شوند، برای خنثی‌سازی اثرات مضر تانن‌ها عمل می‌کنند (Hagerman, 2002). امّا این پروتئین‌های متصل شونده به تانن در بزاق گوسفند و گاو وجود ندارند (Austin *et al.*, 1989; Min *et al.*, 2003). ابزار کلیدی برای خنثی کردن اثرات ضد مغذی تانن‌ها، استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول (PEG: Polyethylene Glycol) است، که تانن‌ها را غیرفعال می‌کند (Jerónimo *et al.*, 2016; Yanza *et al.*, 2021). استفاده از PEG می‌تواند اثرات ضد مغذی تانن‌ها را کاهش دهد (Decandia *et al.*, 2000).

۸-تانن‌ها در مدیریت سلامت

۸-۱. کنترل نفخ: علوفه‌های حاوی تانن‌های متراکم برای جلوگیری از نفخ مرتعی شناخته شده‌اند (Min *et al.*, 2003; McMahon *et al.*, 2000; Waghorn, 2008). تانن‌های متراکم کف پایدار حاصل از پروتئین‌های محلول را با رسوب پروتئین‌ها کاهش می‌دهند و حداقل غلظت CT مورد نیاز برای ایمن‌سازی علوفه‌ها از نفخ ۵ گرم در کیلوگرم ماده خشک پیشنهاد شده است (Li *et al.*, 1996; Min *et al.*, 2003).

۸-۲. ضد انگل: گیاهان غنی از تانن راهکاری برای کنترل نماتودهای انگلی دستگاه گوارش می‌باشند (Min and Hart, 2003; Hoste *et al.*, 2006). این اثر ضد انگلی می‌تواند مستقیم مانند مهار لارو یا غیرمستقیم باشد که از طریق افزایش پروتئین به حیوان میزبان و تقویت سیستم ایمنی به دست می‌آید (Min and Hart, 2003; Hoste *et al.*, 2006). مشخص شده است که مصرف جیره حاوی تانن در بره‌ها و گوسفندهای آلوده به انگل باعث افزایش وزن و کاهش تخم انگل در مدفوع شده است (Besharati *et al.*, 2022; Pomroy *et al.*, 2002; Niezen *et al.*, 1998; Niezen *et al.*, 1995)

نتیجه‌گیری کلی

تانن‌ها، که در ابتدا به عنوان ترکیبات ضد مغذی شناخته می‌شدند، اکنون به عنوان افزودنی‌ها در جیرهٔ نشخوارکنندگان، به ویژه گاو شیری با افزایش بازده پروتئین، افزایش کیفیت گوشت و شیر و کاهش متان در کل بهبود بازده و پایداری تولید پذیرفته شده‌اند، امّا با وجود این پتانسیل‌ها، تأثیر نهایی تانن‌ها (مفید یا مضر) به شدت به عواملی مانند نوع (قابل هیدرولیز در مقابل متراکم)، غلظت مصرفی، ترکیب جیره و مرحله فیزیولوژیکی حیوان بستگی دارد؛ بنابراین، تحقیقات پیوسته برای تعیین شرایط استفاده بهینه برای اطمینان از به حداکثر رساندن مزایای تغذیه‌ای و زیست محیطی تانن‌ها در گاو شیری ضروری است.

منابع

Aguerre, M. J., Capozzolo, M. C., Lencioni, P., Cabral, C., and Wattiaux, M. A. (2016). "Effect of quebracho-chestnut tannin extracts at 2 dietary crude protein levels on performance, rumen fermentation, and nitrogen partitioning in dairy cows." *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4476-4486.

Austin, P. J., Suchar, L. A., Robbins, C. T., and Hagerman, A. E. (1989). "Tannin-binding proteins in saliva of deer and their absence in saliva of sheep and cattle." *Journal of Chemical Ecology*, 15(4), 1335-1347.

Barry, T. N., and Manley, T. R. (1984). "The role of condensed tannins in the nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep: 2. Quantitative digestion of carbohydrates and proteins." *British Journal of Nutrition*, 51(3), 493-504.

Bate-Smith, E. C. (1973). "Haemanalysis of tannins: the concept of relative astringency." *Phytochemistry*, 12(4), 907-912.

Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., Martinez, T. F., and McAllister, T. A. (2007). "Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle." *Journal of Animal Science*, 85(8), 1990-1996.

Besharati, M., Maggiolino, A., Palangi, V., Kaya, A., Jabbar, M., Eseceli, H., ... and Lorenzo, J. M. (2022). "Tannin in ruminant nutrition." *Molecules*, 27(23), 8273.

vivo and in vitro experiments." *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(3), 365-375.

Jerónimo, E., Pinheiro, C., Lamy, E., Dentinho, M. T., Sales-Baptista, E., Lopes, O., and Silva, F. (2016). "Tannins in ruminant nutrition: Impact on animal performance and quality of edible products."

Jones, W. T., and Mangan, J. L. (1977). "Complexes of the condensed tannins of sainfoin (Onobrychis viciifolia Scop.) with fraction 1 leaf protein and with submaxillary mucoprotein, and their reversal by polyethylene glycol and pH." *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 28(2), 126-136.

Kumar, R., and Singh, M. (1984). "Tannins: their adverse role in ruminant nutrition." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 32(3), 447-453.

Li, Y. G., Tanner, G., and Larkin, P. (1996). "The DMACA–HCl protocol and the threshold proanthocyanidin content for bloat safety in forage legumes." *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70(1), 89-101.

Makkar, H. P. (2003). "Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds." *Small Ruminant Research*, 49(3), 241-256.

McMahon, L. R., McAllister, T. A., Berg, B. P., Majak, W., Acharya, S. N., Popp, J. D., ... and Cheng, K. J. (2000). "A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle." *Canadian Journal of Plant Science*, 80(3), 469-485.

Medini, F., Fellah, H., Ksouri, R., and Abdelly, C. (2014). "Total phenolic, flavonoid and tannin contents and antioxidant and antimicrobial activities of organic extracts of shoots of the plant Limonium delicatulum." *Journal of Taibah University for Science*, 8(3), 216-224.

Min, B. R., and Hart, S. P. (2003). "Tannins for suppression of internal parasites." *Journal of Animal Science*, 81(14_suppl_2), E102-E109.

Min, B. R., Barry, T. N., Attwood, G. T., and McNabb, W. C. (2003). "The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review." *Animal Feed Science and Technology*, 106(1-4), 3-19.

Mueller-Harvey, I. (2006). "Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health." *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(13), 2010-2037.

Murdiati, T. B., McSweeney, C. S., and Lowry, J. B. (1992). "Metabolism in sheep of gallic acid, tannic acid and hydrolysable tannin from Terminalia oblongata." *Australian Journal of Agricultural Research*, 43(6), 1307-1319.

Niezen, J. H., Waghorn, T. S., Charleston, W. A. G., and Waghorn, G. C. (1995). "Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either lucerne (Medicago sativa) or sulla (Hedysarum coronarium) which contains condensed tannins." *The Journal of Agricultural Science*, 125(2), 281-289.

Patra, A. K., and Saxena, J. (2011). "Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition." *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(1), 24-37.

Patra, A. K., Min, B. R., and Saxena, J. (2012). "Dietary tannins on microbial ecology of the gastrointestinal

Chen, H., Shi, Y., Wang, L., Hu, X., and Lin, X. (2023). "Phenolic profile and α-glucosidase inhibitory potential of wampee (Clausena lansium (Lour.) Skeels) peel and pulp: In vitro digestion/in silico evaluations." *Food Research International*, 173, 113274.

Combs, C. A. (2016). *Tannins: biochemistry, food sources and nutritional properties*. (No Title).

Das, A. K., Islam, M. N., Faruk, M. O., Ashaduzzaman, M., and Dungani, R. (2020). "Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities". *South African Journal of Botany*, 135, 58-70.

de Hoyos-Martínez, P. L., Merle, J., Labidi, J., and Charrier–El Bouhtoury, F. (2019). "Tannins extraction: A key point for their valorization and cleaner production." *Journal of Cleaner Production*, 206, 1138-1155.

Duraisamy, R., Shuge, T., Worku, B., and Kerebo Berekete, A. (2020). "Extraction, screening and spectral characterization of tannins from acacia xanthophloea (Fever Tree) Bark." *Research Journal of Textile and Leather*, 1 (1), 1-10, 1.

Fonseca, N. V. B., Cardoso, A. D. S., Bahia, A. S. R. D. S., Messana, J. D., Vicente, E. F., and Reis, R. A. (2023). "Additive tannins in ruminant nutrition: An alternative to achieve sustainability in animal production." *Sustainability*, 15(5), 4162.

Fraga-Corral, M., García-Oliveira, P., Pereira, A. G., Lourenço-Lopes, C., Jimenez-Lopez, C., Prieto, M. A., and Simal-Gandara, J. (2020). "Technological application of tannin-based extracts". *Molecules*, 25(3), 614.

Fraga-Corral, M., Otero, P., Cassani, L., Echave, J., Garcia-Oliveira, P., Carpena, M., ... and Simal-Gandara, J. (2021). "Traditional applications of tannin rich extracts supported by scientific data: Chemical composition, bioavailability and bioaccessibility." *Foods*, 10(2), 251.

Frutos, P., Hervas, G., Giráldez, F. J., and Mantecón, A. R. (2004). "Tannins and ruminant nutrition." *Spanish journal of agricultural research*, 2(2), 191-202.

Frutos, P., Hervás, G., Natalello, A., Luciano, G., Fondevila, M., Priolo, A., and Toral, P. G. (2020). "Ability of tannins to modulate ruminal lipid metabolism and milk and meat fatty acid profiles." *Animal Feed Science and Technology*, 269, 114623.

Hagerman, A. E., Robbins, C. T., Weerasuriya, Y., Wilson, T. C., and McArthur, C. (1992). "Tannin chemistry in relation to digestion." *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 45(1), 57-62.

Herremans, S., Vanwindekens, F., Decruyenaere, V., Beckers, Y., and Froidmont, E. (2020). "Effect of dietary tannins on milk yield and composition, nitrogen partitioning and nitrogen use efficiency of lactating dairy cows: A meta-analysis." *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(5), 1209-1218.

Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S. M., and Hoskin, S. O. (2006). "The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants." *Trends in Parasitology*, 22(6), 253-261.

Jayanegara, A., Leiber, F., and Kreuzer, M. (2012). "Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in

tract in ruminants." *Dietary Phytochemicals and Microbes*, 237-262.

Piluzza, G., Sulas, L., and Bullitta, S. (2014). "Tannins in forage plants and their role in animal husbandry and environmental sustainability: a review." *Grass and Forage Science*, 69(1), 32-48.

Sivka, U., and Lavrencic, A. (2007). "Potek fermentacije škroba ob dodatku različnih vrst taninov." *Acta Agriculturae Slovenica*, 90(2), 85-95.

Waghorn, G. (2008). "Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production—Progress and challenges." *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3), 116-139.

Waghorn, G. C., Ulyatt, M. J., John, A., and Fisher, M. T. (1987). "The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on Lotus corniculatus L." *British Journal of Nutrition*, 57(1), 115-126.

Wang, Y., Waghorn, G. C., Barry, T. N., and Shelton, I. D. (1994). "The effect of condensed tannins in Lotus corniculatus on plasma metabolism of methionine, cystine and inorganic sulphate by sheep." *British Journal of Nutrition*, 72(6), 923-935.

Yanza, Y. R., Fitri, A., Suwignyo, B., Hidayatik, N., Kumalasari, N. R., Irawan, A., and Jayanegara, A. (2021). "The utilisation of tannin extract as a dietary additive in ruminant nutrition: A meta-analysis." *Animals*, 11(11), 3317.

Zhao, Y., Liu, M., Jiang, L., and Guan, L. (2023). "Could natural phytochemicals be used to reduce nitrogen excretion and excreta-derived N2O emissions from ruminants?." *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 14(1), 140.

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

Domestic; 26 (1): 50-59

Scientific-Extensional (Professional) Journal

Domestic

Animal Science Students Scientific Association at the University of Tehran, Spring 2026

https://domesticsj.ut.ac.ir/article_107103.html

Scientific-Extensional Article

Tannins in ruminant nutrition: An opportunity to improve protein efficiency and reduce methane emissions

Sasan Ghamari[1*] and Farhang Fatehi[2]

[1] Ph.D. Candidate of Animal Nutrition, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

[2] Associate Professor of Animal Nutrition, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran

https://doi.org/10.22059/domesticsj.2026.406656.1224

Abstract

Tannins are a heterogeneous group of plant secondary polyphenolic compounds widely found in various feed resources. Historically, tannins were regarded primarily as anti-nutritional factors due to their ability to precipitate macromolecules such as proteins, leading to reduced feed intake and impaired animal performance. However, recent research has revised this perspective. Recognition that low to moderate concentrations of tannins (depending on the source) can enhance feed nutritive value, product quality, and environmental sustainability has increased interest in their use. Condensed tannins form tannin–protein complexes in the neutral pH of the rumen, which are resistant to microbial degradation. This mechanism protects dietary protein from excessive ruminal breakdown and increases the flow of rumen-undegradable protein (RUP) to the small intestine, thereby improving nitrogen utilization efficiency.In addition, tannins offer substantial environmental benefits: they reduce methane (CH_4) production from ruminants and shift nitrogen excretion from urine to feces, thereby improving overall nitrogen retention and reducing nitrogen losses. Tannins also modulate ruminal fat biohydrogenation, increasing the passage of beneficial unsaturated fatty acids such as CLA and vaccenic acid to the intestine, ultimately improving meat and milk quality. Condensed tannins are also recognized for their role in controlling pasture bloat and serving as a natural anthelmintic strategy against gastrointestinal nematodes. Overall, the effectiveness of tannins depends on factors such as their chemical structure, concentration, and the animal species. Careful dose management (low to moderate inclusion levels) and the use of neutralizing agents such as polyethylene glycol (PEG) can maximize the beneficial effects of tannins while minimizing potential risks.

Keyword(s): By pass protein, Methane, Ruminants, Tannins, Tannin extraction

***Corresponding Author E-mail:** ghamari.sasan@ut.ac.ir

Section: Animal Nutrition **Associate Editor:** Dr. Parvin Shawrang

Received: 21 Nov 2025 **Revised:** 03 Jan 2026 **Accepted:** 05 Jan 2026 **Published online:** 12 May 2026

Citation: Ghamari, S., Fatehi, F. Tannins in ruminant nutrition: An opportunity to improve protein efficiency and reduce methane emissions. *Professional Journal of Domestic*, 2026; 26(1): 50-59.