آنتو سیانین در برنامه غذایی روزانه گاو شیرده: یک بررسی

ژیانگژو تیان و کی لو

آزمایشگاه اصلی ژنتیک های حیوانی، شیردهی و تولید مثل در منطقه کوهستانی فلات، وزارت آموزش، دانشکده علوم حیوانی، دانشگاه گویژو، گوییانگ ۵۵۰۰۲۵، چین

چکیده: فشار اکسید کننده به شرایطی اشاره دارد که عدم توازن پرواکسیدانت ها و آنتی اکسیدان ها و نیز سطوح غیرعادی بالای رادیکال های آزاد یا کاهش مکانیسم های دفاعی آنتی اکسیدان ها در گاوهای شیرده ایجاد شده است. به علاوه، گاوهای شیرده، مستعد ابتلا وضعیت فشار اکسید کننده هستند که عامل آسیب رسیدن به بدن و دی ان اِی است که نتیجه آن کاهش پتانسیل آنتی اکسیدانی خواهد بود. آنتوسیانین ها نوعی موثر و کارآمد از آنتی اکسیدان ها و ذخیره کننده های رادیکال آزاد هستند که از میوه، ذرت بنفش و سایر گیاهان بنفش در طبیعت به دست می آید. مطالعات متعدد نشان داده اند که آنتوسیانین ها، تأثیرات آنتی اکسیدانی سودمندی بر گاوهای شیرده دارند و از اکسیداسیون چربی ممانعت می ورزند تا کیفیت شیر بهبود یابد. همچنین، در این مقاله ما به بررسی موارد زیر می پردازیم: ۱)تعریف آنتوسیانین ها و جذب احتمالی و مسیرهای متابولیک؛ ۲) تأثیر آنتوسیانین ها بر پارامترهای تخمیر شکم اول (سیرابی) و تولید متان؛ ۳) مکانیسم افزایش پتانسیل آنتی اکسیدان و کاهش فشار اکسید کننده توسط آنتوسیانین ها از طریق ذخیره رادیکال های آزاد و تنظیم مسیرهای سیگنال رسانی؛ و ۴) تأثیر آنتوسیانین ها بر تولید شیر و اکسیداسیون چربی شیر در گاوهای شیرده. این مقاله به ارائه منطق مهم مودولاسیون و تنظیم سلامت گاو شیرده و بهره وری از آنتوسیانین ها در آینده می پردازد.

کلیدواژه ها: آنتوسیانین ها، فعالیت آنتی اکسیدان، فشار اکسیدانی، اکسیداسیون شیر، گاو شیرده

۱-مقدمه

فشار اکسید کننده، او اِس، زمانی رخ می دهد که تولید اکسید کننده و شکل گیری رادیکال آزاد، اف آر، افزایش می یابد و در نتیجه آن شاهد افزایش توانایی نشخوار کننده برای خنثی سازی و حذف این اشکال رادیکال واکنش دهنده هستیم. گاوهای شیرده به دلیل نیاز به متابولیسم فشرده به منظور حفظ و تولید مثل، مستعد ابتلا به وضعیت او اس هستند، و نتیجه آن آسیب های گوناگون از جمله کتوسیس (زیاد بودن کتون ها در خون)، اسیدی

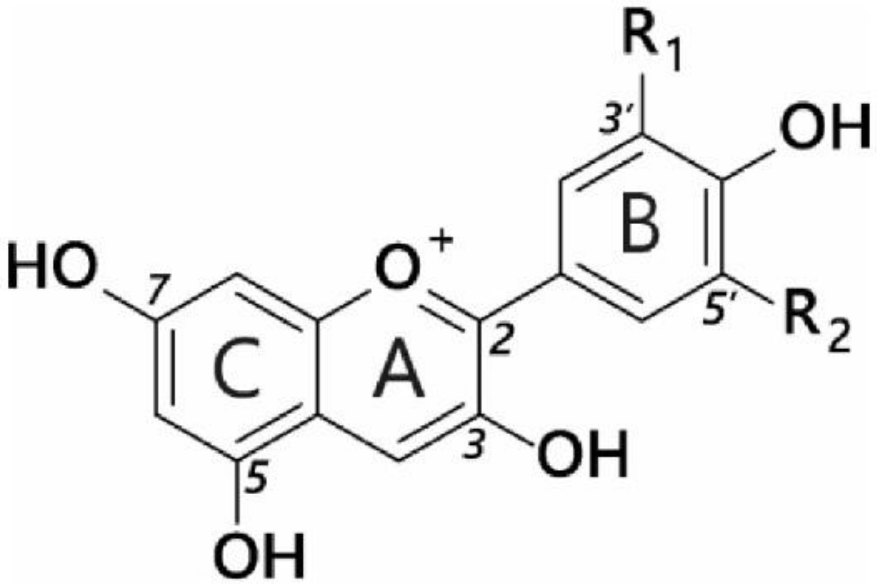
شدن دستگاه تنفسی، عفونت خون و پنومونی خواهد بود. در نتیجه، منابع متعدد القاء او اس با تجمع انواع گونه های اکسیژن واکنش دهنده آر او اس در سلول های حیوانی وجود دارند و او اس عوارض منفی بر جذب ماده خشک دی ام آی، عملکرد رشد، تخمیر در سیرابی، تولید شیر و واکنش التهابی دارد. یک مطالعه نشان داده است که عملکرد نشخوار کنندگان شیرده با میزان بالای تولید را می توانیم از طریق افزودن سطوح بهینه سازی شده ریز مغذی ها با توانایی های آنتی اکسیدانی، تقویت و بهینه سازی کنیم.

امروزه، آنتی اکسیدان های طبیعی و جدید به دلیل ایمنی برای مصرف کنندگان بسیار مشهور شده اند. آنتی اکسیدان های طبیعی، ترکیبات بیواکتیو مهمی هستند که می توانند روند پیرشدن ارگانیسم ها را بر اساس توانایی آنها برای ذخیره اف آر ها، به تأخیر بیاندازند. در نتیجه، این آنتی اکسیدان ها به دلیل توانایی ذخیر اف آرهایی که عامل آسیب رساندن به بخش های سلولی هستند، نقش مهمی در ممانعت ورزیدن از بروز آسیب اکسیداتیو ایفاء می کنند. به عنوان مثال، ژیا او و همکاران نشان دادند که استفاده از مکمل ویتامین ای و اس ای در برنامه غذایی روزانه گاو شیرده می تواند تأثیر مثبتی بر افزایش وضعیت آنتی اکسیدانی و واکنش های سیستم ایمنی برای افزایش سلامت بدن داشته باشد. مطالعات متعددی گزارش داده اند که ترکیبات فلاونوئید (از جمله آنتوسیانین ها) می توانند به کاهش او اس در نشخوار کننده ها منجر شوند.

آنتو سیانین ها، ترکیبات بزرگ فلاونویید و آنتی اکسیدان های طبیعی قدرتمند هستند که به مقدار فراوان در گیاهان طبیعی و مزارع مواد غذایی یافت می شوند. در واقع، آنتوسیانین ها مولفه های تشکیل دهنده گیاهانی هستندکه از پتانسیل قدرتمند آنتی اکسیدانی برخوردار شده اند و می توانند الکترون های اضافه را به اف آر برسانند و الکترون های اضافه را خنثی کنند یا وضعیت او اس را در حیوانات بهبود بخشیده و نیز آسیب اکسید کننده در سلول ها، بافت ها، پروتئین ها، غشاء های سلولی و میتوکندری ها را کاهش دهند. همچنین، آنتوسیانین ها، منبع قدرتمند آنتی اکسیدان ها می باشند و می توانند تولید نشخوار کنندگان را از طریق تغییر دادن او اس میان سلولی و تغییر دادن تخمیر شکمی، ثابت کنند. از این رو، ما به بررسی موارد زیر می پردازیم: ۱) تعریف آنتوسیانین ها و جذب احتمالی، مسیرهای متابولیک؛ ۲) تأثیرات آنتوسیانین ها بر پارامترهای تخمیر شکمی و تولید متان؛ ۳) مکانیسم افزایش پتانسیل آنتی اکسیدانی و بهبود فشار اکسید کننده توسط آنتوسیانین ها و از طریق ذخیره اف آر ها و نیز تنظیم مسیرهای سیگنال رسانی؛ و ۴) تأثیر آنتوسیانین ها بر تولید شیر و مکانیسم جلوگیری از اکسیداسیون چربی شیر در گاوهای شیرده از طریق آنتوسیانی ها.

۲-تعریف آنتوسیانین

آنتوسیانیدین، نام کلی کاربردی برای گلیکوسیدهای کروموفور ها است که منشأ رنگ های قرمز، بنفش و آبی در کل گیاهان مثل رنگ های گلبرگ ها و برگ ها و میوه ها می باشد. آنتوسیانیدن ها، ساختارهای اصلی آنتوسیانین ها می باشند (شکل ۱۸/۱). آنتوسیانیدین ها (یا اگلیکون ها) حلقه معطر (الف) وصل شده به حلقه با چرخه متضاد (سی) هستند که حاوی اکسیژن می باشند و به یک سوم حلقه معطر (بی) از طریق اتصال کربن-کربن وصل شده اند. زمانی که آنتوسیانیدها در شکل گلیکوسید (وصل شده به نصف شکر) یافت می شوند، آنها را با نام آنتوسیانین ها می شناسیم. تاامروز، گزارشاتی از بیشتر از ۵۰۰ آنتوسیانین مختلف و ۲۳ آنتوسیانید به دست آمده است که از میان آنها شش مورد در گیاهان آوندی مشهورترین ها هستند (جدول ۱): پلارگونیدین (پِل)، پِئونیدین (پِئو)، سیانیدین (سیا)، مالویدین (مال)، پِتونیدین (پِت)، و دِلفینیدین (دِل). همچنین، توزیع های این شش گروه آنتوسیانیدین در میوه ها و سبزی ها به مقدار ۵۰ درصد سیا، ۱۲ درصد دِل، ۱۲ درصد پل، ۱۲ درصد پئو، ۷ درصد پِت و ۷ درصد مِل است.



تصویر ۱. ساختار آنتوسیانین ها (۱۸)

جدول ۱. شش مورد از مشهورترین آنتوسیانیدین ها

آنتوسیانیدین	R1	R2
پلارگونیدین	H	H
پئونیدین	OCH3	H
سیانیدین	H	OH
مالویدین	OCH3	OCH3
پتونیدین	OH	OCH3
دلفینیدین	OH	OH

چند نوع گیاه با فزونی آنتوسیانین وجود دارند که قابل استفاده به عنوان افزودنی غذایی برای گاوهای شیرده می باشند. تائتایسونگ و همکاران دریافتند که شاخ و برگ چریش بنفش مقدار ۱۳۲,۸۹ میلیگرم/جی سیا، ۳۹,۹۶ میلیگیرم/جی دل، ۱۰,۹۳ میلیگرم/جی پِل، ۹,۴۹ میلیگرم/جی پئو، ۳۲,۶۰ میلیگرم/جی پِت و ۱۹,۶۷ میلیگرم مَل دارند. سوآنگ و همکاران نشان دادند که نیشکر سیاه غنی از آنتوسیانین مقدار ۰,۱۵۸ میلیگرم/جی سیا، ۰,۰۸۰ میلیگرم/جی دل، ۰,۰۸۰ میلیگرم/جی پِل، و ۰,۳۹۳ میلیگرم/جی مَل دارد. همچنین، تیان و همکاران به این نتیجه رسیدند که دانه ذرت بنفش مقدار ۱,۹۷ میلیگرم/جی سیا، ۰,۵۹ میلیگرم/جی دل، ۰,۰۴۵ میلیگرم/جی پِل و ۰,۰۰۷۹ میلیگرم/جی پِت دارند. آنتوسیانین ها دارای خصوصیات آنتی اکسیدانی و ضد التهابی هستند و مطالعات فزاینده ای در مورد تأثیر آنها بر چالش های مختلف سلامتی از سرطان تا پیر شدن، بیماری های قلبی و دیابت انجام شده است. از این رو، گیاهان غنی از آنتوسیانین، حاوی سطح بالاتری از مقدار آنتوسیانین نسبت به سایر منابع هستند و در حال حاضر این گروه از گیاهان را به یکی از جذابترنی مواد غذایی عالی و جدید تبدیل کرده است.

انواع گسترده ای از عوامل موثر بر ثبات آنتوسیانین از جمله ph، سطح اکسیژن، حرارت و نور وجود دارد. ارزش pH عامل عمده تأثیر گذار بر تغییر میزان آنتوسیانین ها در مسیر معده روده گاوهای شیرده می باشد. رِیس و سیسنِروس-زِوالاوس دریافتند که میزان کاهش آنتوسیانین با افزایش ارزش های ph در شرایط بیرونی مشابه، افزایش یافته است. در نتیجه، آنتوسیانین ها می توانند در محیط کم pH ثبات داشته باشند. به این دلیل که آنتوسیانین ها قادر به حضور در سه نوع توازن شیمیایی در حلال آبی اسیدی، توازن با پایه اسید، توازن هیدراسیون و توازن توموری زنجیره-حلقه می باشند. چهار نوع ساختار مسئول تغییرات رنگ و ثبات/بی ثباتی از جمله

آنهیدروباز کینونوئیدی (آبی- الف)، کاتیون فلاویلیوم (قرمز آ اچ مثبت)، شبه پایه کاربینول (بی رنگ، بی) و چالکون (بی رنگ یا زرد کمرنگ، سی). زمانی که مقدار pH کمتر از ۷ باشد، سه توازن شیمیایی فوق به صورت همزمان دیده می شوند که عمدتا به دلیل ساختار آنتوسیانین در این طیف pH است.

۳-جذب ممکن و مسیرهای متابولیک در گاوهای شیرده

درک متابولیسم و مسیرهای موجود زیستی آنتوسیانین ها در شکم اول گاوهای شیرده به منظور بهبود بخشیدن به وضعیت او اس بسیار حائز اهمیت است. گاوهای شیرده از سیستم های بسیار پیشرفته برای حفظ pH شکمی در طیف فیزیولوژیک با شرایط مقدار زیاد pH برخوردار هستند. با این وجود، آنتوسیانین ها هم می توانند در حلال های آبی اسیدی ثبات داشته باشند. به علاوه، آنتوسیانین ها ترکیبات فنولی هستند که می توانند برای هضم شدن به مواد غذایی بچسبند، بازدارنده آنزیم های هضم کننده باشند و اثرات ضد میکروبی بروز دهند. از این رو، محیط شکم اول، شرایط لازم برای عبور شکمی آنتوسیانین ها را فراهم می سازد. در مطالعه ما، گیاهان غنی از آنتوسیانین از طریق تکنیک تولید گاز درون لوله ای نتوانستند سیال شکمی را کاهش دهند، این یعنی که روده می تواند محل اصلی جذب آنتوسیانین در نشخوار کنندگان باشد. این مشاهدات قبلی ما را به این پیش فرض می رساند که آنتوسیانین جذب شده احتمالا با جذب خود، تأثیر عملی در حیوانات نشخوار کننده دارد اگر آنتوسیانین در شکم اول حیوان خرد و تجزیه نشده باشد. علت آن هم این است که عملکردهای هضم و جذب در شیردان و روده های نشخوارکنندگان مشابه مسیر معده-روده حیوانات تک معده ای است. از این رو، آنتوسیانین ها در گیاهان را می تواند در شرایط ثابت شکم اولدر گاوهای شیرده حفظ کرد. آنتوسیانین ها در بدن قابل جذب هستند. افزودن گیاهان غنی از آنتوسیانین در رژیم نشخوارکنندگان شیرده (حدود ۴,۴۷ میلیگرم/کیلوگرم وزن بدن) به انتقال آنتوسیانین به شیر و افزایش غلظت های برخی ترکیبات تکی آنتوسیانین (پِئو و سیانیدین-۳-گلوکسید) در شیر منجر شد. او به همراه گیوستی نشان دادند که نیاز روزانه به آنتوسیانین در انسان حدود ۲,۵ میلیگرم/کیلوگرم وزن بدن است. از این رو، این ترکیبات آنتوسیانین در شیر بسیار اندک هستند اما به دلیل خصوصیات آنتی اکسیدانی منحصر به فرد آنها حائز اهمیت می باشد.

۴-تأثیر آنتوسیانین بر تخمیر شکم اول و تولید متان

مقدار بسیار کم یا زیاد pH سیال شکمی به بروز تأثیرات منفی بر سلامت حیوان منجر خواهد شد. جذب رژیم غذایی غنی از آنتوسیانین در یک محیط با pH ثابت در شکم اول و از طریق تحریک تخمیر و تولید بزاق قلیایی انجام می شود. آنتوسیانین ها می توانند غلظت نیتروژن آمونیم سیال شکمی را بهبود بخشند، از این رو عملکرد

بهینه تجمع اسیدهای آمینه رژیم غذایی افزایش می یابد. یک علت آن می تواند این باشد که آنتوسیانین ها قادر به متصل شدن به پروتئین های رژیم غذایی و گذر از شکم اول و رسیدن به روده کوچک هستند تا روند هضم و بهره برداری از نیتروژن افزایش یابد. اسیدهای چرب سیال (وی اف ای ها) و عملکرد آنها برای ذخیره انرژی، رشد، تولید مثل، شیردهی و سایر فعالیت های پایه در حیوانات نشخوار کننده مفید هستند. تغذیه گیاهان غنی از آنتوسیانین ها یا ذرات با بهبود غلظت کلی وی اف ای و وی اف ای تکی در سیال شکمی همراه می شود. به طور ویژه، آنتوسیانین ها حاوی آنتوسیانیدین و شکر هستند و ساختارهای شکر می توانند در تولید وی اف ای در گاوهای شیرده نقش داشته باشند. به علاوه، آنتوسیانین های برنامه غذایی در فلورهای میکروبی شکمی می توانند با عملکرد هم افزایی همراه شوند در نتیجه آنتوسیانین ها بر فلورهای میکرونبی شکمی تأثیر گذار خواهند بودو نیروهای جنبشی تولید گاز و تناسب های وی اف ای و نیز بهبود استات: نسبت پروپیونات را موجب می شوند.

تولید متان، علت اصلی از دست دادن انرژی تخمیر در نشخوار کنندگان است. کاهش تولید آن هم برای بهبود بخشیدن به بازده انرژی رژیم غذایی و حمایت از محیط زیست، بسیار سودمند است. مقدار زیاد اسید پروپیونیک در شکم اول به تولید اندک متان منجر شود که نشانه افزایش بهره برداری از انرژی است چون یک رابطه مشترک منفی میان تولید CH_4 و تولید پروپیان وجود دارد چرا که بین آنها برای هیدروژن رقابت وجود دارد. تعاملات میان آنتوسیانین ها و میکروارگانیسم های شکمی رخ می دهد و یون های هیدروژن کاهش می یابند چون کاهش تغذیه و مانع سازی برای هضم فیبر در حضور آنتوسیانین ها کاهش می یابد. آنتوسیانین ها نه تنها به افزایش جریان پروتئین های میکروبی و کاهش تولید متان در مسیر معده روده منجر می شوند بلکه عامل ترکیب پروتئین ها برای شکل دادن مواد مغذی کمپلکس بهبود بازدهی بهره برداری از مواد غذایی و نیز کاهش خروجی متان می باشند. به علاوه، ترکیبات آنتوسیانین ها با کاهش تولید متان همراه می شوند و این زمانی رخ می دهد که از طریق غلبه بر فرآیند رشد و فعالیت متانوژن هایی مثل متانوبرویباکتر و متیانومیکروبیوم به عنوان مسئول فرآیند متانوژنیزبه رژیم غذایی حیوان نشخوار کننده افزوده شوند. موآته و همکاران نشان دادند که افزودن گیاهان غنی از آنتوسیانین می تواند در کاهش CH_4 نقش داشته باشد چون با کاهش خروجی CH_4 و تولید CH_4 با حدود ۲۰ درصد در گاوهای فرایسیان-هولشتاین شیرده و چند زا همراه می شود. بنابراین، پتانسیل آنتوسیانین برای جلوگیری از تولید CH_4 در گاوهای شیرده به شرح زیر می باشد: ۱)آنتوسیانین ها قادر به کاهش متانوژنز سیال شکمی به عنوان جذب کننده H_2 هستند؛ ۲) آنتوسیانین ها قادر به کاهش هضم پذیری فیبر در شکم اول هستند که نتیجه آن کاهش تولید متان است و ۳) آنتوسیانین ها می توانند مانع رشد میکروب تولید کننده هیدروژن و فعالیت آن و نیز فرآیند متانوژنز باشند.

۵-تأثیر آنتوسیانین ها بر فعالیت آنتی اکسیدان

ارگانیسم های زنده یک سیستم اُکسایش و کاهش دارند تا توازن سلامتی گاوهای شیرده میزبان را حفظ کنند. اف آر ها هم گونه های شیمیایی حاوی الکترون های جفت نشده هستند که قادر به افزایش فعالیت مجدد اتم ها یا ملکول ها می باشند. اف آر ها بسیار واکنش پذیر و بی ثبات هستند که علت آن وجود الکترون های جفت نشده است و می توانند واکنش دهی داخلی را با قبول یا رد الکترون ها انجام دهند تا به ثبات بیشتری برسند. واکنش میان یک ترکیب غیر رادیکال و رادیکال معمولا به توزیع واکنش زنجیره رادیکال و نیز افزایش تولید اف آر های جدید منجر خواهد شد. در این شرایط عادی، آنیون سوپراکسید (او ۲ منفی) از طریق دیسموتاز سوپراکسیدSOD به پروکسید هیدروژن H2O2 تبدیل می شود، سپس H2O2 با فعالیت پروکسید گلوتاتیون GPX و کاتالاز CAT در نشخوار کنندگان به H2O تبدیل می شود. کاهش پروکسیدها نیز با اکسیداسیون گلوتاتیون کم شده GSH همراه است که قادر به بازتولید از دی سولفید گلوتاتیون از طریق کاهش مشابه ها از NADPH است که حاصل انتقال مونوفسفات پنتوز است. تخریب حاصل شده GSH با افزایش مصرف اکووالانس های کاهش دهنده همراه است که گلوکز را از مسیرهای مهم فیزیولوژیک منحرف می سازد و با مسیرهای متابولیک وابسته به NADPH در حیوانات رقابت می کند که نمونه نتیجه آن متابولیسم، عملکردهای ایمن سازی، ظرفیت آنتی اکسیدانی و هموستاز کلسیم است. از این رو، اف آر ها برای زنده ماندن سلول ها و ارگانیسم ها ضروری هستند و در گاوهای شیرده، اف آر ها با سطوح عادی قادر به محافظت از عملکرد عادی هستند. به عنوان مثال، برخی اف آر ها مثل اکسید نیتریک -O2 و آر او اس مربوطه، فرآیندهای سیگنال رسانی در سلول ها را متعادل می سازند. با این وجود، هموستاز اکسایش و کاهش می تواند در شرایط تحت فشار و محیط های غیر طبیعی توازن خود را از دست دهد که نتیجه آن هم تولید رادیکال هایی خواهد بود که بیشتر از نیاز بدن هستند. او اس زمانی رخ می دهد که عدم توازن جدی در هر همتای سلولی میان تولید آر او اس و دفاع آنتی اکسیدانی به آسیب رساندن منجر شود. مقدار بیش از حد نیاز اف آر ها به پیر شدن و بروز بیماری مثل التهاب و ورم پستان، التهاب رحم و تغییر غشاء های جنینی منجر خواهد شد.

مقدار بالای او اس در اعضای بدن و بافت ها به همراه متابولیسم زیاد و نیاز به انرژی در ماهیچه قلب و استخوان، کبد و سلول های خونی را افزایش می دهد. همزمان با افزایش نیاز به انرژی بیشتر از جذب انرژی، گاوهای شیرده با چالش متابولیسمی روبرو شده و در شرایط توازن منفی انرژی قرار می گیرند. این روند مسیرهای کاتابولیک را هدف قرار می دهد که در سطح سلولی، افزایش تولید آر او اس و در نتیجه کاهش تولید عملکرد در گاوها منجر می شود. مقدار قابل توجهی از مطالعات نشان داده اند که او اس نه تنها تأثیر منفی بر دی ام آی، تولید شیر و

ترکیب آن و عملکرد تولید مثل دارد بلکه نتیجه آن کاهش مزایای اقتصادی در گاوهای شیرده است. بگچی و همکاران نشان دادند که عصاره آنتوسیانین دانه انگور می تواند ذخیره کننده خوبی برای اف آر اس اکسیژن و بهتر از ویتامین سی یا ای باشد. آنها دریافتند که یک مقدار ۱۰۰ میلیگرمی/ال از عصاره آنتوسیانین انگور مقدار ۸۱-۷۸ درصد از مانع سازی -O2 و رادیکال های هیدروکسیل همراه است. آنتوسیانین ها به عنوان یک نوع از آنتی اکسیدان ها قادر به ارائه الکترون ها در اف آر ها هستند و مانع اکسید شدن سلول های مجاور شده و توازن اف آر حیوانات میزبان در شرایط او اس را حفظ می کنند همچنین قادر به بهبود بخشیدن به پتانسیل های آنتی اکسیدانی در حیوانات از طریق افزایش نوع کبدی Mn-SOD, Cu/Zn-SOD, GPXmRNA هستند. از این رو، آنتوسیانین یک ساختار هیدروکسیل فنولیک فعال دارد که مکانیسم آنتی اکسیدانی مشابه پلی فنول ها دارد و مکانیسم احتمالی بهبود فعالیت آنتی اکسیدان به شرح زیر است: ۱) گروه هیدروکسیل فنول عملکرد ذخیره مستقیم اف آر های انرژی را از طریق ساختار خود و نیز بهبود فعالیت آنزیم مرتبط با آنتی اکسیدان بدن برای بهبود ظرفیت آنتی اکسیدان بدن را انجام می دهد و ۲) گیاهان آنتوسیانین مانع انجام فرآیندهای التهابی در غشاء روده می شوند چرا که با افزایش و بهبود عادی سازی فلور میکروبی روده ای، حذف پاتوژن ها، کاهش نفوذپذیری مانع روده ای و ارتقاء واکنش سیستم ایمنی و فعالیت آنتی اکسیدان همراه می شود.

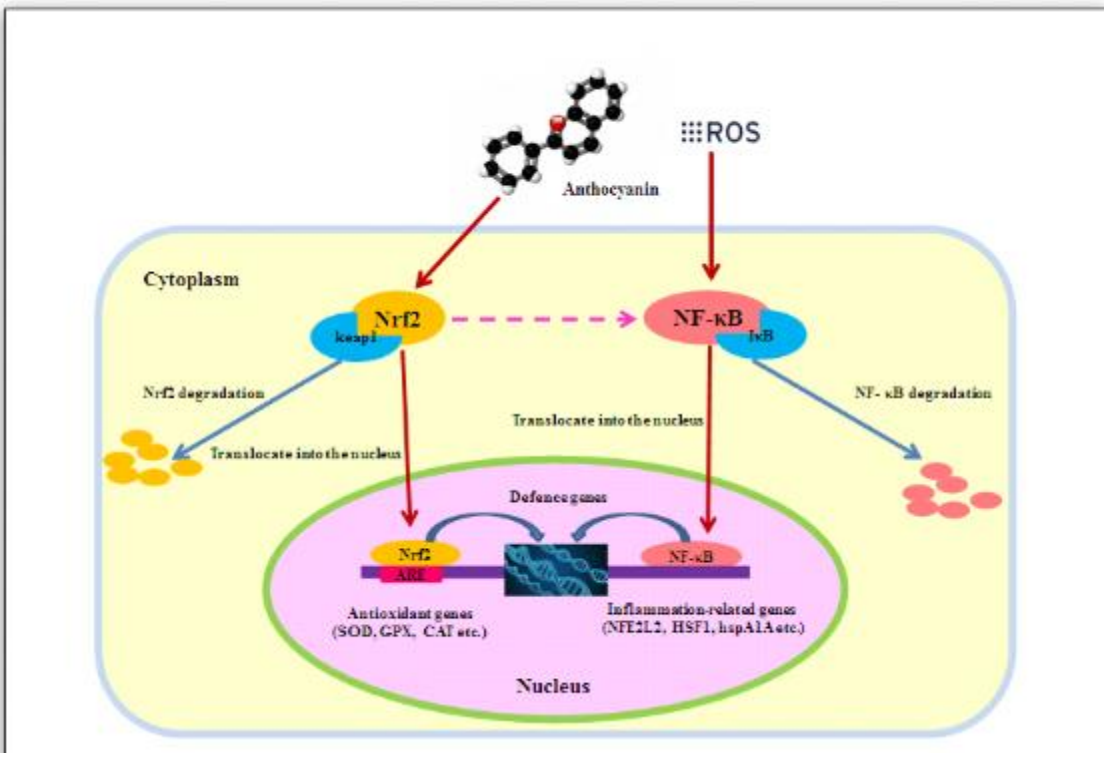
۶-تأثیر آنتوسیانین ها بر مسیرهای سیگنال رسانی Nrf2 & NF-kB

متصل شدن فاکتور ۲ مرتبط با اریتروئید عامل هسته Nrf2 به پروتئین ۱- ECH (Keap1)، یک پروتئین همراه با سیتواسکلتون در شرایط غیر عادی سیتوپلاسم ثابت شده است. با این حال، برخی القاء کنندگان از الکتروفیل های بیرونی و اکسید کننده ها از پتانسیل اصلاح سیستنین Keap1 برخوردار است که به جدا شدن بُن مایه Nrf2DLG از Keap1 منجر خواهد شد. آنتوسیانین ها، گلیکوسیدهایپلی هیدروکسیل از کاتیون فلاویلیوم هستند که منبع الکتروفیل ها بوده و در برابر فعال سازی مسیر سیگنال رسانی Nrf2 واکنش نشان می دهند. آنتوسیانین ها نیز همانند عوامل فعال کننده Nrf2 قادر به اصلاح مستقیم سیستنین حسگر موجود در Keap1، فعال سازی Nrf2 و تنظیم آنزیم های مرحله دوم و پروتئین های آنتی اکسیدانی، دی هیدروژناز NAD (P)H، کینون ۱ (NQO1)، ترانسفراز اس گلوتاتیون، اکسیژناز هِم، CAT و SOD2 برای آزاد سازی وضعیت او اس در حیوانات هستند. بنابراین، تغذیه با رژیم غذایی غنی از آنتوسیانین به افزایش تولید ژن های SOD2,GPX1 & GPX2 در غده پستانی نشخوارکنندگان شیرده منجر خواهد شد. هوسودا و همکاران این پیشنهاد را داده اند که گاوهای شیرده که از ذرت غنی از آنتوسیانین تغذیه می کنند، سطح بالاتری از فعالیت SOD را نشان داده اند. همچنین، افزودن دانه انگور غنی از آنتوسیانین و عصاره غذایی تفاله انگور نیز می تواند بهبود فراوانی mRNA از

ژن های هدف Nrf2 (GPX3،CAT ، ترانسفراز اس ۳ گلوتاتیون میکروزومی، ,NQO1, SOD1، گلوکرونوسیل ترانسفراز UDP1، و پلی پپتاید A1) در کبد گاوهای هولشتاین را موجب شود.

نتیجه او اس، افزایش زیاد ترکیبات کربنیل واکنش دهنده با ظهور کربنیل ها در بیوسیستم نشخوارکننده ها می باشد. این اف آر های بیش از مقدرا لازم قادر به تحریک فاکتور هسته و بتا کاپا (NF-Kb)، عامل گرفتگی و مردگی تومور (TNF)، اینترلوکین ها و ملکول های چسبندگی سلولی و نیز عامل بروز مجموعه ای از واکنش های التهابی می باشد که در نتیجه همه این فرآیندها شاهد افت ظرفیت آنتی اکسیدان گاوهای شیرده و نقش عملکرد میتوکندری در بدن گاوهای شیری هستیم. کیناز IkB نقش بسیار مهمی در فرآیند دوبار فعال سازی NF-kB از طریق فسفریلاسیون در سیتوپلاسم دارد که برای غیرفعال سازی برگردانی هسته NF-Kb در سیتوپلاسم سودمند است. به علاوه، NF-Kb یک تنظیم کننده عمده واکنش های التهابی است بنابراین برخی محرک های التهابی، القاء کننده TNF، کموکاین، سیتوکین، عامل اول برگردان شوک گرمایی و حضور ژن (hspA1A) ۱ الف پروتئین □□□۷۰ در میتوکندری عمدتا از طریق فعال سازی مسیر سیگنال رسانی NF-kB است. در نتیجه، NF-Kb یک عامل برگردان هسته ای است که در چندین مسیر متعدد انتقال انرژی سینگنال در فرآیند تولید التهاب حضور دارد.

آنتوسیانین از طریق همراهی با حضور ژن مرتبط با التهاب و در شکل تغییر کرده دربرابر التهاب، محافظت می کند. در نتیجه، آنتوسیانین ها می توانند در فسفریلاسیون کیناز IkB، تنظیم مسیر سیگنال رسانی التهاب از طریق ممانعت در تولید FR و حضور عامل برگردانی NF-Kb نقش داشته باشد. گنسر و همکاران نشان دادند که حضور ژن مرتبط با التهاب کبد در گاوهای هولشتاین، دریافت کننده ۱ درصد از دانه انگور غنی از آنتوسیانین و عصاره تفاله انگور هستند. همچنین، تغذیه با مواد غذایی غنی از پلی فنول نیز می تواند تنظیم شوک گرمایی پروتئین ۷ و kDa ۷۰ (پروتئین با گلوکز تنظیم شده، kDa ۷۸) در کبد را به هم بزند بدان معنا که آنتوسیانین ها می توانند مانع فرآیندهای مرتبط با التهاب شوند. مکانیسم هایی فرض شده اند که در نتیجه آنها، آنتوسیاین ها فرمول مسیرهای سیگنال رسان Nrf2 & NF-kB را در گاوهای شیرده را طراحی می کنند و تصویر ۲ آن را نشان می دهد.



تصویر ۲-مکانیسم فرض شده ای که به دنبال آن، آنتوسیانین ها فرمول مسیرهای سیگنال رسانی Nrf2 & NF-kB را در گاوهای شیرده طراحی می کنند. Nrf2 & Keap1 در سیتوپلاسم تحت شرایط عادی به هم وصل شده اند درحالیکه آنتوسیانین ها به تغییر مقدار Nrf2 و تجزیه Keap 1 منجر خواهد شد. سپس، Nrf2 می تواند در هسته جابجا شود و سپس به عنصر واکنش آنتی اکسیدانی بچسبد و بروز ژن های آنتی اکسیدان و آنزیم های سم زدا را فعال کند. به علاوه، آنتوسیانین ها قادر به حذف FR ها و مانع سازی مسیر سیگنال رسانی NF-Kb به صورت غیر مستقیم در گاوهای شیری هستند. ROS: گونه های اکسیژن واکنش دهنده، Nrf2: اریتروئید ۲ عامل هسته و عامل ۲ مرتبط با ۲، NF-Kb: بتا کاپا عامل هسته، Keap1: پروتئین ECH شبیه کلچ، IkB: کیناز آی کی بی، ARE: عنصر واکنش آنتی اکسیدان، SOD: دیسموتاز سوپراکسید، GPX: پروکسیداز گلوتیون، CAT: کاتالاز، HSF1: عامل برگردان شوک گرمایی ۱، hsp A1A : ۱ الف پروتئین شوک گرمایی ۷۰ Kda.

ترجمه داخل شکل: آنتوسیانین

سیتوپلاسم- تغییر مقدار Nrf2

جابجایی داخل هسته - تغییر مکان داخل هسته - تغییر مقدار NF

ژنهای دفاعی

ژنهای آنتی اکسیدان – ژنهای التهابی

هسته

***

۷-تأثیر آنتوسیانین ها بر تولید شیر

گاوهای شیرده با شیردهی فراوان مستعد قرار گرفتن در شرایط او اس، کاهش تولید شیر و تأثیر گذاری منفی بر تولید شیر هستند. آنتوسیانین ها طعم تلخی دارند بنابراین افزودن آنها به رژیم غذایی نشخوار کنندگان می تواند به کاهش DMI منجر شود. با این حال، مطالعات اخیر نشان داده اند که DMI با افزودن دانه های غنی از آنتوسیانین یا گیاهان در رژیم غذایی نشخوارکنندگان به دلیل خوشخوراکی بهتر با مقادیر کمتر، تفاوتی نمی کند. از این رو، افزودن مکمل با آنتوسیانین در رژیم غذایی گاو شیری به کاهش تولید شیر منجر نخواهد شد. ماتسوباو همکاران دریافتند که گاوهای شیری دریافت کننده گیاهان غنی از آنتوسیانین، تولید شیر بیشتری را نشان داده اند و غلظت های اس او دی خون آنها در مقایسه با گروه دارای رژیم کنترل شده نیز بیشتر شد. به علاوه، ماترا و همکاران نشان دادند که گاوهای هولشتاین-فرایسیان دو رگه با دریافت هسته میوه دراگون غنی از فنولیک، بهبود شیردهی و تولید شیر با چربی اصلاح شده ۳,۵ درصدی را نشان دادند.

مسئله جالب این است که مکانیسم بالقوه کاهش چربی شیر در طول او اس، بیوهیدروژناسیون اسید چرب شکمی است که مانع سنتز دوباره چربی شیر می شود. نظریه کنونی *بیوهیدرژناسیون یا اسید چرب تراس* برای ام اف دی به این نکته اشاره دارد که واسطه های خاص اسیدهای چرب شکمی به طور خاص اسید لینلئیک تلفیق شده سیس ۱۲ و ۱۰ (سی ال ای) عملکرد بیوهیدرژنات را انجام می دهند و از شکم فرار می کنند که نتیجه آن سیگنال رسانی برای کاهش آنزیم های لیپوژنیک و کاهش سنتز چربی شیر غده پستانی خواهد بود. همانطور که قبلا اشاره کردیم، تغذیه غنی از آنتوسیانین به طور بالقوه به افزایش دی ام آی و کاهش توازن انرژی منفی، تأثیر گذاری بر پارامترهای تخمیر شکمی خصوصا وی اف ای و کنترل مسیر بیوهیدرژناسیون اسید چرب در گاوهای شیرده منجر خواهد شد. در مطالعه پیشین ما، اریابی های توالی سازی Sr RNA ۱۶ نشان داد که افزودن گیاهان آنتوسیانین در رژیم غذایی نشخوار کنندگان، توانایی افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی، بهبود وی اف ای های سیال شکمی و القاء تغییر ساختاری و نیز فراوانی میکروب مفید شکمی را باعث می شود. آنتوسیانین می تواند بر میکروارگانیسم های شکمی و ممانعت از تغییرات مسیر بیوهیدرژناسیون اسید چرب از طریق حفظ رشد میکروارگانیسم های شکمی اثر گذار باشد و ایزومرهای اسید چرب ترانس ۱۱ یا مانع سازی برای رشد و عملکرد میکروارگانیسم هایی

را تولید می کند که با شکل گیری ترانس c18:1 ۱۰ همراه می شود. بنابراین، ترکیبات آنتوسیانین می تواند میکروارگانیسم های شکمی، برخی مراحل بیوهیدروژناسیون را تغییر دهد. خونخائنگ و همکاران نشان دادند که تغذیه با ذرت بنفش مزرعه غنی از آنتوسیانین با بهبود سی ای ای چربی شیر و غلظت اسید آراچیودونیک و نیز کاهش تولید CH4 در مقایسه با گاوهای شیرده گروه کنترل همراه می شود.

۸-تأثیر آنتوسیانین ها بر اکسیداسیون شیر

شیر غنی از پروتئین، ویتامین، مواد معدنی و مولفه های آنتی اکسیدانی غیر آنزیمی و آنزیمی است و یکی از مناسب ترین منابع تغذیه دام اهلی برای انسان به شمار می آید. با این حال، یو اف ای ها، رادیکال های چربی، رادیکال های پروکسیل با او ۲ و سپس هیدرپروکسید اسید چرب با هیدروژن را اکسید می کنند در نتیجه تأثیر منفی بر آنزیم های آنتی اکسیدانی شیر دارند. تغییرات اکسیداسیونی چربی های چند تایی اشباع نشده یکی از مهم ترین مشکلات در شیمی غذا می باشد چرا که محصولات اکسیداسیون چربی عامل تولید طعم های نامطلوب و کاهش کیفیت مواد غذایی و ایمنی لبنیات حاوی چربی می باشد. در واقع، اکسیداسیون چربی شیر نه تنها بر کیفیت شیر اثر گذار است، ترکیبات با طعم نامطلوب تولید می کند بلکه برای سلامتی انسان هم مضر است.

فرآیند کلی پروکسیداسیون چربی سه مرحله دارد: شروع، توزیع و خاتمه. گونه های متعددی قادر به شروع واکنش زنجیره هیدروکسیل رادیکال ها، آلکوکسیل، پروکسیل، سوپراکسید و پروکسینیتریل هستند. در نتیجه، یک اف آر می تواند یک پروتون را از کربن زنجیره کناری اسیل چرب جذب کند و همزمان رادیکال کربن باقیمانده را برای اکسیژن ملکولی قابل دسترسی کند تا یک رادیکال پروکسیل چربی شکل بگیرد که بسیار واکنش پذیر است و توزیع واکنش زنجیره را افزایش می دهد. در نتیجه، ملکول های پوفا به دینِس های دوتایی شده، رادیکال های پروکسی و هیدروپروکسیدها تبدیل می شوند که عمدتا به آلهیدها تقسیم می شوند. بیشتر از ۲۰ لیپوپروکسیداسیون در محصولات نهایی شناسایی شدند که در میان آنها می توانیم به مولفه های محصولات تغییر مقدار اکسید کننده پوفا اشاره کنیم که معروفترین آنها اکرولاین، ملوندی آلدئید (ام دی ای)، هیدروکسی آلکنالز ۴ و ایزوپروستان ها هستند. نتایج ام دی ای از پروکسیداسیون چربی اسیدهای چرب چندتایی و اشباع نشده و درجه پروکسیداسیون چربی در شیر را می توانیم با مقدار ام دی ای برآورد کنیم که سازنده او اس می باشد. به طور خلاصه، اشکال متفاوت لیپپروکسیدها از جمله هیدروپروکسیدهای اسید چرب و هیدروپروکسیدهای فسفولیپید را می توانیم شکل دهیم که با انواع جی پی ایکس ها کاهش یافته اند. H2O2 را می توانیم برای اکسیداز سولهیدریل و اکسیداز زانتین تولید کنیم و اکسیداز زانتین نیز عامل تولید سوپراکسید است. اس او دی،

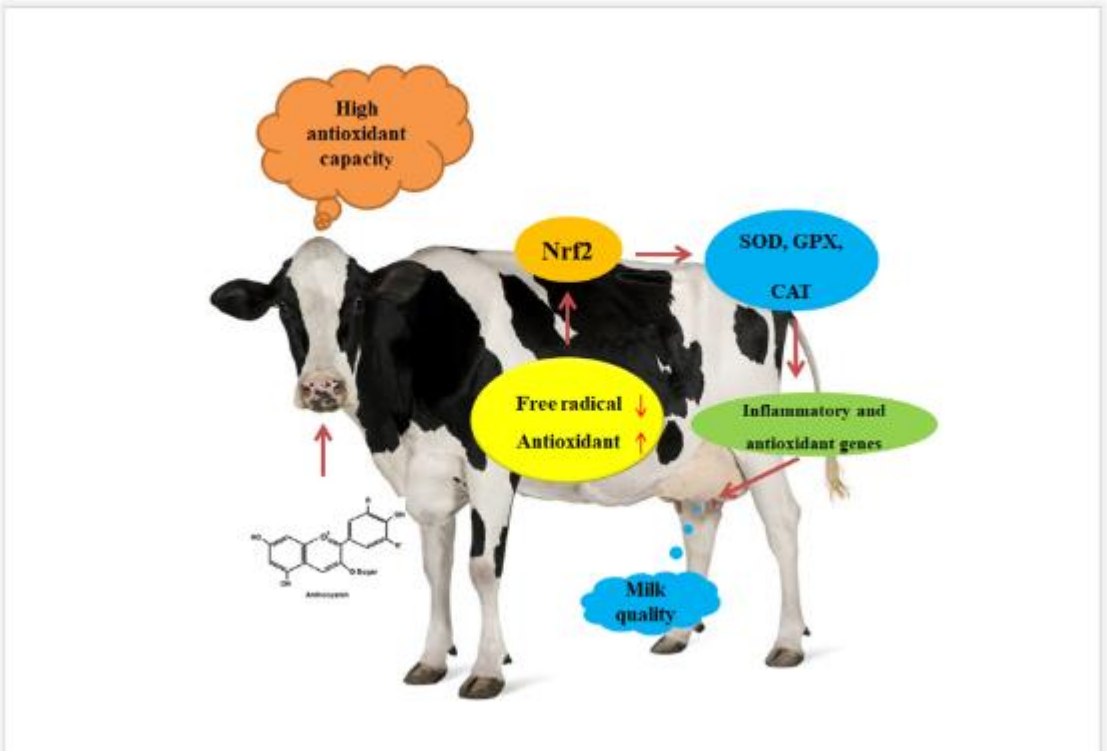
شکل گیری H2O2 از سوپراکسید را کاتالیز می کند. تبدیل H2O2 به رادیکال های هیدروکسیل را می توانیم با حضور یونهای آهن کنترل کنیم که تحت تأثیر لاکتوفرین و ترانسفرین است. به علاوه، H2O2 را می توانیم در واکنش های کاتالیز شده توسط لاکتوپروکسید، سی ای تی و جی پی ایکس مصرف کنیم.

آنتوسیانین ها، مواد بیواکتیو مهم و آنتی اکسیدان ها هستند بنابراین شیر غنی از آنتوسیانین یک منبع خوب آنتی اکسیدان ها می باشد و در میان مصرف کنندگان بسیار مشهور است. به طور خاص تر، افزودن آنتوسیانین از گیاهان به نظر می رسد که روش کارآمدی برای برگرداندن اکسیداسیون چربی باشد چرا که مقدار یو اف ای در شیر و در طول ذخیره را حفظ می کند. اضافه کردن باقیمانده عصاره آنتوسیانین می تواند کاهش اکسیداسیون گوشت و افزایش پوفا در گوشت گاو شیرده را موجب شود. در واقع، آنتوسیانین ها می توانند اتم های H را برای رادیکال های پروکسی ارائه کنند و مانعی برای اکسیداسیون چربی از طریف خاتمه بخشیدن به رادیکال زنجیره باشند که توانایی جلوگیری از اکسیداسیون چربی، افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و حفظ ترکیبات فرّار و ناپایدار و نیز افزایش میزان حسگرها در شیر را دارد. مکانیسم فرض شده آنتوسیانین ها برای به تأخیر انداختن چربی شیر به شرح زیر است: ۱)آنتوسیانین ها به عنوان منبع فلاونوئیدها می توانند با فعال شدن به عنوان ذخیره کنندهای قوی -O2 و خاموش کننده های O2 و واکنش دهی با رادیکال های پروکسیل، مانع پروکسیداسیون چربی شود که مسئول واکنش های زنجیره رادیکال در طول پروکسیداسیون چربی نیز هستند؛ ۲) آنها می توانند نقش دهندگان اتم اچ برای رادیکال های پروکسی را داشته باشند بنابراین مانع عملکرد عالی آنتی اکسیدانی شده و نیز افزایش سطوح آنزیم آنتی ااکسیدان شیر و مانع سازی اکسیداسیون اتوماتیک اسیدهای چرب می شوند. از نظر واکنش پذیری فلاونوئیدها با رادیکال های پروکسی و ماهیت مانع سازی غیر رقابتی آنتوسیان های مشاهده شده در این مطالعه، آنتوسیانین ها ممکن است با رادیکال های چرب خاموش مداخله کنند که در نتیجه آن، واکنش زنجیره رادیکال ضروری برای توزیع پروکسیداسیون چربی خاتمه می یابد.

۹-نتایج

به طور خلاصه، آنتوسیانین ها را می توانیم به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی در گاوهای شیری (تصویر ۳) استفاده کنیم چون ۱) آنتوسیانین ها می توانند پارامترهای تخمیر شکمی را بهبود بخشیده و تولیدمتان را کاهش دهند، ۲) آنتوسیانین ها می توانند تولید اف آر و آر او اس را با هدف افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی خنثی سازی کرده یا کاهش دهند، ۳) آنتوسیانین ها می توانند مسیر سیگنال رسانی Nrf2 را فعال کند و مانع فعالیت مسیر سیگنال رسانی NF-Kb شوند، ظهور ژن مرتبط با التهاب و آنتی اکسیدانی را فرمول سازی کنند و ۴)گیاهان غنی

از آنتوسیانین از پتانسیل انتقال آنتوسیانین در شیر و افزایش کیفیت شیر و مانع سازی برای اکسیداسیون چربی و در نتیجه افزایش سلامت شیر برخوردار هستند. با این حال، مسیرهای جذب و متابولیسم آنتوسیانین ها در نشخوار کنندگان هنوز هم مشخص و واضح نیست و مسائل متعددی باید مورد تحقیق و بحث قرار بگیرند. به علاوه، گیاهان غنی از آنتوسیانین، ماده غذایی عمده برای تحقیقات و آزمایش در این مطالعه بودند که فلاونوئیدها، پلی فنول ها و ویتامین ها از جمله آنها می باشند. در نتیجه، مطالعات بیشتر درون بدن نشخوارکنندگان برای تعیین مسیرهای نزولی جذب و دستیابی به مولفه های تکی آنتوسیانین و مکانیسم بهبود وضعیت او اس توسط آنتوسیانین و افزایش پتانسیل آنتی اکسیدانی را تشویق می کنیم.



تصویر ۳-مکانیسم فرض شده برای بهبود سلامت گاوهای شیرده با مصرف آنتوسیانین

ترجمه داخل تصویر: ظرفیت زیاد آنتوسیانین

آنتی اکسیدان رادیکال آزاد

ژنهای آنتی اکسیدانی و التهابی

کیفیت شیر

مشارکت های نویسنده: ایکس تی: نگارش- آماده سازی طرح اصلی، مدیریت پروژه، کیو ال" منابع - نگارش- بازبینی و ویرایش – همه نویسندگان با مطالعه این تحقیق، برای چاپ آن به توافق رسیده اند.

یافته: این مطالعه توسط پروژه فناوری و علوم استان گویژو انجام شده است (بنیاد کیاکه- زد کی ۲۰۲۱- جنرال ۱۶۴)، پروژه توسعه استعداد فناوری و علوم جوانان استان گویژو و بنیاد ملی علوم طبیعی چین.

گزارش هیئت بررسی موسساتی: موجود نیست

گزارش رضایت آگاهانه: موجود نیست

گزارش در دسترس بودن داده ها: موجود نیست.

اختلافات مورد علاقه: نویسندگان اختلافی از این دست ندارند.