تحقیقات دام و طیور
جلد ششم، شماره اول و دوم، بهار و تابستان ۱۳۹۶
شماره صفحه: ۱۴-۱

کارکردهای دارویی گیاه *هیبیسکاس سابداریفا* در جانوران تک معده‌ای: مروری بر شواهد علمی

شهین ثابت سروستانی [۱]، سید محمد حسینی [۲] و سید همایون فرهنگ فر [۳]

۱*- دانشجوی دکتری گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۳- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
*نویسنده مسؤول: *sabetns90@gmail.com*

تاریخ دریافت:۹۶/۰۳/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۰۶**

چکیده

به تازگی گیاهان و مشتقات زیست-فعال آن‌ها از جمله عصاره‌ها، اسانس‌ها (روغن‌های ضروری) و متابولیت‌های ثانویه توجه پژوهشگران زیادی را جلب کرده است. این علاقه از تقاضای مصرف‌کنندگان برای عرضه مواد غذایی ایمن‌تر از حیوانات سالم‌تر و نیز نیاز صنعت برای شناسایی محرک‌های رشد جدید به جای آنتی‌بیوتیک‌های ممنوع شده ناشی می‌شود. در میان بیش از ۳۰۰ گونه از گیاه *هیبیسکاس*، *هیبیسکاس سابداریفا* (چای ترش) کاربردهای دارویی قابل توجهی دارد، به طوری که عصاره کاسبرگ آن به عنوان پاک-کننده رادیکال آزاد و نیز تحریک‌کننده آنزیم‌های فاز دوم سم‌زدایی داروها شناخته شده است. علاوه بر فعالیت پاداکسیدانی که در بیشتر پژوهش‌های منتشر شده گزارش شده است، کاسبرگ‌ها خواص ضد باکتریایی و کاهندگی کلسترول را نشان داده‌اند. دانه‌ها و برگ‌های این گیاه نیز مانند کاسبرگ‌ها برای هر دو هدف دارویی و غیر دارویی قابل استفاده می‌باشد، اما در سراسر جهان معمولاً مفیدی مصرف آن نادیده گرفته شده و بدون استفاده دور ریخته می‌شود. به جز موش، مطالعات کمی درباره اثر چای ترش بر حیوانات تک‌معده‌ای انجام شده است، بنابراین تحقیقات بیشتری مورد نیاز است تا اثرات احتمالی قسمت‌های مختلف گیاه چای ترش به ویژه در طیور شناخته شود.

واژه‌های کلیدی: پاداکسیدان، چای ترش، کلسترول

مقدمه

در میان بیش از ۳۰۰ گونه از گیاه *هیبیسکاس*، *هیبیسکاس سابداریفا*[1] کاربردهای دارویی بسیاری دارد (اولوگاندودو و همکاران، ۲۰۱۰). این گیاه که در ایران به نام‌های چای قرمز و چای مکی نیز معروف است، در استان‌های سیستان و بلوچستان، فارس، گلستان و کرمان کشت می‌شود (طباطبایی یزدی و همکاران، ۱۳۹۵). اگرچه در بیشتر کشورها، برگ و دانه‌های گیاه *هیبیسکاس سابداریفا* دور ریخته می‌شود (چن و همکاران، ۲۰۱۳)، اما از کاسبرگ‌های این گیاه برای درست کردن یک نوشیدنی محبوب استفاده می‌شود. این نوشیدنی در سرتاسر جهان به اسم‌های مختلفی مثل چای هیبیسکاس، چای قرمز، چای ترش، سورل قرمز، روزل، زوبو، کرکده و اگوآد جامائیکا شناخته می‌شود (سیندی و همکاران، ۲۰۱۴). علاوه بر نوشیدنی، در تولید کوکتل، سس، مربا، مارمالاد، آب نبات، ترشی و ادویه نیز کاربرد دارد. کاسبرگ‌ها عطر منحصر به فرد، طعم ترش و رنگ قرمز مایل به زرد دارند (پتل، ۲۰۱۴). صرفنظر از خواص ضد باکتریایی (اولالیه، ۲۰۰۷) و کاهندگی کلسترول (کارواجال-زرابال و همکاران، ۲۰۰۵)، در بیشتر پژوهش‌های منتشر شده چای ترش به عنوان یک پاداکسیدان قوی معرفی شده است (آجیبوی و همکاران، ۲۰۱۱؛ اولوگاندودو و همکاران، ۲۰۱۰). بالاترین فعالیت پاداکسیدانی در میان بخش‌های مختلف چای ترش که با آب استخراج شده، در کاسبرگ‌ها و کمترین آن در ساقه‌ها گزارش شد. این نتایج با این حقیقت که کاسبرگ‌ها غنی از ویتامین C (۱۴۱میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، آنتوسیانین (۲/۵۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، بتاکاروتن (۱/۸۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، لیکوپن (۱۶۴ میکروگرم در ۱۰۰ گرم)، پلی‌فنول و سایر پاداکسیدان-های محلول در آب هستند، سازگار است (موهد-ایسا و همکاران، ۲۰۱۰). در جوجه‌های گوشتی، اثر منفی آفلاتوکسین بر اندام‌های داخلی بدن، ایمنی و عملکرد تولیدی (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴) و در مرغ‌های تخم‌گذار اثر منفی تنش گرمایی بر نسبت هتروفیل به لنفوسیت و نرخ مرگ و میر به وسیله کاسبرگ چای ترش کاهش یافت (مینکا و همکاران، ۲۰۰۷). فعالیت پاداکسیدانی عصاره برگ به پلی-فنول‌ها (اچانی و میلو، ۲۰۰۹) و فعالیت پاداکسیدانی دانه‌ها به توکوفرول‌های محلول در چربی (محمد و همکاران، ۲۰۰۷) نسبت داده شده است. در این مقاله فعالیت پاداکسیدانی و سایر کارکردهای دارویی بخش‌های مختلف گیاه چای ترش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

گیاه‌شناسی و سطح زیر کشت چای ترش

چای که یکی از ارزان‌ترین و محبوب‌ترین نوشیدنی‌ها در سراسر جهان است، از گیاه *کاملیا ساینسیز*[2] به دست می‌آید. گیاه *کاملیا ساینسیز* تقریباً در ۳۰ کشور از سراسر جهان رشد می‌کند. برگ‌های تازه برداشت شده چای در بخش‌های مختلف جهان به طور متفاوت فرآوری می‌شوند تا چای اولانگ (۲ درصد)، چای سبز (۲۰ درصد) و یا چای سیاه (۷۸ درصد) تولید شود (کایا و همکاران، ۲۰۱۴). چای ترش، برخلاف سایر انواع چای، متعلق به جنس *هیبیسکاس* است. جنس *هیبیسکاس* از رایج‌ترین گیاهان گل‌دار است که در سراسر جهان رشد می‌کند. بیش از ۳۰۰ گونه از جنس *هیبیسکاس* وجود دارد و یکی از آن‌ها *هیبیسکاس سابداریفا* (چای ترش) است که عضوی از خانواده *مالواسه*[آ] می‌باشد. بیشترین بخش مفید و مورد بهره‌برداری از این گیاه کاسبرگ‌های آن است (اسماعیل و همکاران، ۲۰۰۸؛ سربان و همکاران، ۲۰۱۵) که به منظور تهیه چای مورد استفاده قرار می‌گیرد (سیندی و همکاران، ۲۰۱۴). *هیبیسکاس سابداریفا* یک گیاه یکساله، حساس به سرما و پرپشت (انبوه) با ساقه‌های صاف، استوانه‌ای و قرمز است که می‌تواند تا ارتفاع ۲/۵ متر برسد. برگ‌های آن متناوب، دارای ۷/۵ تا ۱۲/۵سانتی‌متر طول، رنگ سبز با رگه-های مایل به قرمز و دمبرگ‌های بلند یا کوتاه است. برگ نهال‌های جوان و برگ‌های فوقانی گیاهان مسن‌تر ساده است، در حالی که برگ‌های پایین‌تر ۳ تا ۷ لوب عمیق با حاشیه‌های دندانه‌دار دارد. گل‌ها که تا ۱۲/۵ سانتی‌متر باز می‌شود، زرد و

[1] *Hibiscus sabdariffa*

[2] *Camellia sinensis*

یا زرد نخودی می‌باشد و بعد از پژمرده شدن در پایان روز به رنگ صورتی تغییر می‌کند. کاسبرگ‌ها معمولاً قرمز، ۵ گلبرگ بزرگ با طوقی از ۸ تا ۱۲ برگک (برگچه زیرگل) تیز و باریک در اطراف پایه دارد که با بزرگ شدن گوشتی، ترد و آبدار (طول ۳/۲ تا ۵/۷ سانتی‌متر) شده و به طور کامل کپسول مخملی (به طول ۱/۲۵ تا ۲/۰ سانتی‌متر) را احاطه می‌کند. کپسول مخملی زمانی که نابالغ است سبز رنگ می‌باشد. این کپسول ۵ دریچه (لوب) دارد که هر دریچه دارای ۳ تا ۴ دانه کلیه‌ای شکل به رنگ قهوه‌ای روشن، به طول ۳ تا ۵ میلی‌متر و پوشیده شده با پرزهای ریز است. کپسول زمانی که بالغ و خشک می‌شود قهوه‌ای شده و شکاف‌ها باز می‌شود (مورتون، ۱۹۸۷). در ایران گیاه چای ترش عمدتاً در سیستان و بلوچستان و جنوب کرمان کشت می‌شود. هم‌اکنون میزان تولید کاسبرگ‌ها به طور متوسط ۶۰۰ کیلوگرم در هر هکتار و ۲۵۰ تن در سال است، در حالی که امکان گسترش کشت این گیاه همچنان وجود دارد. برگ سبز چای ترش نیز به عنوان سبزی در نیجریه و آفریقا مورد استفاده قرار می‌گیرد (الاتانجی و همکاران، ۲۰۰۵). از آنجا که در ایران برگ گیاه چای ترش دور ریخته می‌شود، آمار دقیقی از میزان تولید برگ در سال وجود ندارد. با این وجود، در یک پژوهش میزان تولید برگ تقریباً ۱۰ تن در هکتار گزارش شده است (چن و همکاران، ۲۰۱۳). دانه‌های چای ترش نیز که در حال حاضر هیچ کاربرد اقتصادی ندارند و میزان تولید سالانه آن در ایران مشخص نیست، در برخی از کشورها منبعی از روغن گیاهی است (محمد و همکاران، ۲۰۰۷).

ترکیب شیمیایی چای ترش

کاسبرگ‌های چای ترش غنی از اسیدهای آلی (اسید سیتریک، اسید اسکوربیک، آراشیدیک، استئاریک و اسید مالیک، در مجموع ۲۵ تا ۳۰ درصد) و پلی‌فنول‌ها (آنتوسیانین، اسید فنولیک، فلاونوئید به ترتیب ۲/۵، ۱/۷ و ۱/۴۳ درصد) هستند. از گروه پلی‌فنول‌ها، آنتوسیانین‌هایی مثل سیانیدین-۳-سبوبیوساید، دلفینیدین-۳-سمبوبیوساید و اندکی دلفینیدین-۳-گلوکوزید، اسیدهای فنولیک مثل اسید - پروتوکاتچوئیک و فلاونوئیدهای گوئرستین، هیبیس ستین، هیبیس سیترین و گاسیپتین در کاسبرگ چای ترش شناسایی شده است. همچنین حضور کاتچین، اپیگالوکاتچین، اپیگالوکاتچین گالات، اسید کافئیک، فیتوسترول‌ها (بتا-سیتوسترول و ارگوسترول) و پکتین در کاسبرگ‌ها گزارش شده است (سایاگو-آیردی و همکاران، ۲۰۰۷؛ لین و همکاران، ۲۰۱۱؛ گواردیولا و مچ، ۲۰۱۴). فواید گوناگونی که به این فرآورده‌های گیاهی نسبت داده می‌شود شامل ویژگی-های ضد سرطان، پاداکسیدان و همچنین تنظیم سوخت و ساز چربی خون است (زو و همکاران، ۲۰۱۲). آنتوسیانین‌ها که گروهی از رنگدانه‌های طبیعی موجود در کاسبرگ چای ترش هستند، فعالیت پاداکسیدانی قابل توجهی نشان داده‌اند (پورو و همکاران، ۲۰۱۴). بتا-سیتوسترول و پکتین موجود در چای ترش نیز اثر کاهندگی لیپید را در شرایط درون‌تنی نشان داد و دلیل کاهش چربی خون با مصرف این چای به این ترکیبات نسبت داده شد (هیرانپنیچ و همکاران، ۲۰۰۶).

مهمترین ترکیباتی که در برگ‌های چای ترش شناسایی و گزارش شده است، اسید آسکوربیک و پلی‌فنول‌هایی می‌باشد که فعالیت پاداکسیدانی قابل توجهی دارند. گزارش شده صد گرم از برگ‌های چای ترش دارای ۵۴ میلی‌گرم اسید آسکوربیک است (اسماعیل و همکاران، ۲۰۰۸). پنج ترکیب پاداکسیدان اصلی به نام‌های اسید نئوکلروجنیک، اسید کلروجنیک، اسید کریپتوکلروجنیک، ایزوگوئرسیترین و روتین به ترتیب به میزان ۶۸۷۵، ۹۷۵، ۲۳۱۸/۸، ۹۶۶/۷ و ۱۲۸۶۰/۴ میکروگرم به ازای هر گرم در برگ‌ها وجود دارد. روتین یکی از مهم‌ترین فلاونوئیدهای گیاهی است که به میزان زیادی از مواد خوراکی با منشأ گیاهی به دست می‌آید. در مورد روتین توانایی پاداکسیدانی قوی به ویژه فعالیت پاکسازی رادیکال‌های آزاد گزارش شده است (ونگ و همکاران، ۲۰۱۴). فعالیت پاداکسیدانی پلی‌فنول‌ها ۱۰ برابر بیشتر از ویتامین A و ۱۰۰ برابر بیشتر از ویتامین E یا کاروتنوئیدها است (رایس-ایوانس و میلر ، ۱۹۹۶). بیشتر این پلی‌فنول‌ها قبل از اینکه جذب شود، به وسیله میکروارگانیسم-های کولون متابولیزه می‌شود و فرآورده‌های حاصل از این

تخمیر تا حدی موجب اثرات سیستمیک آن‌ها می‌باشد (اسچیپنس و همکاران، ۲۰۱۰؛ لندت، ۲۰۱۲؛ اسچولز و ویلیامسون، ۲۰۰۷؛ گواردیولا و مچ، ۲۰۱۴).

دانه‌های چای ترش نیز منبع خوبی از اسیدهای چرب با چند باند دوگانه و پاداکسیدان‌های محلول در چربی به ویژه آلفا توکوفرول است (پتل، ۲۰۱۴). روغن دانه‌های این گیاه با روغن دانه کتان (روغن پنبه دانه) مشابه است. کل اسیدهای چرب غیر اشباع دانه چای ترش ۷۴ درصد بود که اسید لینولئیک ۴۰/۱ درصد و بعد از آن اسید اولئیک با غلظت ۲۸/۷ درصد فراوان‌ترین بودند. اسید پالمیتیک به میزان ۲۰ درصد و بعد از آن اسید استئاریک به میزان ۵/۳ درصد فراوان‌ترین اسیدهای چرب اشباع بودند. بنابراین روغن دانه چای ترش متعلق به دسته لینولئیک/اولئیک است. استرول-های دانه شامل بتا-سیتوسترول (۷۱/۹ درصد)، کمپسترول (۱۳/۶ درصد)، دلتا-۵-آوناستترول (۵/۹ درصد)، کلسترول (۱/۳۵ درصد) و کلرواسترول (۰/۶ درصد) می‌باشند. کل توکوفرول ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که شامل گاما توکوفرول (۷۴/۵ درصد)، آلفا توکوفرول (۲۵ درصد) و سیگما-توکوفرول (۰/۵ درصد) است، یعنی بیش از دو برابر توکوفرول موجود در روغن دانه گوجه فرنگی، تقریباً چهار برابر توکوفرول موجود در گلرنگ و بیست برابر توکوفرول موجود در روغن دانه انگور. حتی غلظت متوسط توکوفرول در روغن زیتون تنها ۳۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. فراوانی نسبی آلفا، گاما و سیگما توکوفرول ۰/۵ :۷۴/۵ :۲۵ است که با فراوانی نسبی موجود در روغن ذرت تجاری تصفیه شده (۱۷:۷۸:۳) مشابه است (محمد و همکاران، ۲۰۰۷). وجود اسیدهای چرب غیرمعمول مثل اسیدهای چرب اپوکسی-اولئیک و سیکلوپروپنوئید نیز در دانه‌ها گزارش شده است (مختار، ۲۰۰۷). بنابراین دانه‌های فرآوری شده چای ترش به دلیل داشتن مقدار کافی از پاداکسیدان‌ها و اسیدهای چرب غیر اشباع کاربردهای بسیاری می‌تواند داشته باشد، اما متأسفانه تاکنون پژوهش قابل توجهی در شرایط درون‌تنی درباره دانه این گیاه و کارکردهای دارویی احتمالی آن گزارش نشده است.

فعالیت ضد باکتریایی چای ترش

گیاهان غنی از طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه مثل تانن، آلکالوئیدها و فلاونوئیدها هستند که در شرایط برون‌تنی ویژگی‌های ضد میکروبی از خود نشان می‌دهند (لیوایس و آسوبل، ۲۰۰۶). کوئرستین که از گروه فلاونوئیدها و جزئی از چای ترش است، جمعیت کل هوازی‌ها و کلی فرم‌ها را کاهش و جمعیت بیفیدوباکتریوم‌ها را در مرغ تخم‌گذار افزایش داده است (لیو و همکاران، ۲۰۱۴). اولالیه (۲۰۰۷) گزارش کرد عصاره آبی- الکلی چای ترش دارای گلیکوزیدهای کاردیاک، فلاونوئید، ساپونین و آلکالوئید می باشد که بر بسیاری از میکروارگانیزم‌ها فعالیت ضد باکتریایی (حداقل غلظت مهار کنندگی= ۰/۲ ±۱/۳۰- ۰/۲ ±۰/۳۰ میلی گرم در میلی لیتر) نشان داده است. بررسی غلظت‌های ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد عصاره متانولی چای ترش نشان داد که در همه سطوح سبب مهار کردن *اشرشیا کلی* شد. عصاره آبی گیاه در برابر *آسکاریس گالیاویوم* طیور نیز مؤثر بود (فولرتن و همکاران، ۲۰۱۱). فعالیت‌های ضد باکتریایی چای ترش در برابر میکروارگانیسم‌های *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس استروترموفیلوس*، *میکروکوکوس لوتئوس*، *سراتیا مسنسیس*، *کلستریدیوم* اسپوروجنیز، *اشرشیا کلی*، *کلبسیلا نومونیا*، *باسیلوس سروس* و *سودوموناس فلورسنس* گزارش شده است. بررسی فعالیت ضد میکروبی آن روی *سالمونلا انتریکا*، *اشرشیا کلی* و *لیستریا مونوسیتوجنیز*، کاربرد عصاره این گیاه را به عنوان یک ترکیب ضد میکروب قوی در خوراک پیشنهاد می-کند (پورو و همکاران، ۲۰۱۴؛ اولالیه، ۲۰۰۷). در شرایط برون‌تنی، غلظت ۱۰ درصد از عصاره الکلی کاسبرگ‌های چای ترش حداکثر اثر مهارکنندگی را روی عامل بیماری‌زایی *اشرشیا کلی* اعمال کرد (فولرتن و همکاران، ۲۰۱۱؛ پتل، ۲۰۱۴).

ویژگی‌های پاداکسیدانی چای ترش

چای ترش در هر دو شرایط دورن‌تنی و برون‌تنی ویژگی پاد-اکسیدانی نشان داد (اولوگاندودو و همکاران، ۲۰۱۰). عصاره آنتوسیانین چای ترش توانست به عنوان جاذب رادیکال‌های

آزاد در شرایط دورن‌تنی و برون‌تنی و همچنین به عنوان یک عامل پیشگیری‌کننده، در تحریک آنزیم‌های سم‌زدایی داروها نقش داشته باشد، به طوری که در غلظت ۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر، ۹۲ درصد اثر پاکسازی رادیکال آلفا-دی فنیل-بتا-پیکریل هیدرازیل (*DPPH*) و در غلظت ۱ میلی‌گرم در میلی-لیتر، ۶۹ و ۹۰ درصد اثر پاکسازی به ترتیب روی یون سوپر اکسید و پروکسید هیدروژن نشان داد. قدرت عصاره آنتوسیانین تقریباً دو برابر پاداکسیدان مصنوعی هیدروآنیزول بوتیله شده (*BHA*) گزارش شد. این رادیکال‌های آزاد از راه ترکیب با گلوتاتیون، گوئینون یا اسید گلوکورونیک و به ترتیب افزایش (تقویت) گلوتاتیون *S*- ترانسفراز، گوئینون ردوکتاز و فعالیت یوریدین دی فسفات گلوکورونیل ترنسفراز (*UDPGT*) به دام افتادند (آجیبوی و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهش‌های مشابه دیگری، عصاره آبی کاسبرگ‌های خشک شده در هر دو شرایط درون‌تنی (در موش) و برون‌تنی اثرات پاداکسیدانی در برابر اکسید شدن *LDL* نشان داد (هیرانپنیچ و همکاران، ۲۰۰۶؛ چنگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ ابوه و روچاه، ۲۰۰۸). هیرانپنیچ و همکاران، ۲۰۰۵ برای بررسی اثر پاداکسیدانی کاسبرگ چای ترش در شرایط برون‌تنی، تشکیل دایئن‌های کانژوگه شده و مواد فعال اسید تیوباربیتوریک (*TBARS*) را به ترتیب به عنوان نشانگرهایی از مراحل اولیه و انتهایی اکسیداسیون *LDL* مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش، عصاره کاسبرگ چای ترش فعالیت پاداکسیدانی قوی در برابر اکسید شدن *LDL* با واسطه Cu^{2+} نشان داد. این اثر مهارکنندگی وابسته به دوز مصرفی بود. با وجودی که در غلظت‌های بین ۰/۱ تا ۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر تغییر می‌کرد، ۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر از عصاره چای ترش تشکیل *TBARS* را با قدرت بیشتری نسبت به ۱۰۰ میکرومول ویتامین *E* مهار کرد. علاوه بر افزایش مقاومت *LDL* و *HDL* به اکسید شدن به وسیله چای ترش (چن و همکاران، ۲۰۰۴؛ کستنر و همکاران، ۲۰۱۲؛ سیام، ۲۰۰۷)، فعالیت پاداکسیدانی در سلول‌های سرطانی نیز گزارش شد (اکیم و همکاران، ۲۰۱۱). نکته جالب توجه این است که تسای و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند، فعالیت پاداکسیدانی کاسبرگ چای ترش در طی یک دوره ذخیره‌سازی نسبتاً پایدار می‌باشد. در دماهای مختلف فرآوری و دوره‌های متفاوت ذخیره‌سازی، محتوای آنتوسیانین کاهش می‌یابد، اما دیگر ترکیبات فنولیک افزایش یافته و به طور کلی کاهش نسبتاً کوچکی در کل ترکیبات فنولیک و فعالیت پاداکسیدانی مشاهده می شود. پس از خشک کردن و ذخیره‌سازی در ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ هفته، ۹۰ درصد از کل ترکیبات فنولی باقی ماند. ذخیره-سازی در ۴۰ درجه سانتی‌گراد تنها ترکیبات فنلی را به میزان کمی کاهش می دهد. حتی پس از خشک کردن در ۷۵ درجه سانتی‌گراد و ذخیره‌سازی به مدت ۱۵ هفته در ۴۰ درجه سانتی‌گراد، ۸۵ درصد از کل فنولیک‌ها حفظ شدند. با این حال، در این شرایط، آنتوسیانین از حدود ۸۰ درصد کل فنل به حدود ۵۰ درصد کاهش یافته و یک افزایش متناظر در درصد فنولیک‌های دیگر رخ داد. این نتایج ظاهراً متناقض، با تبدیل برخی از آنتوسیانین‌های مونومریک به فنولیک‌های پلیمریزه مرتبط بوده و با طول ذخیره‌سازی سازگار بود (موهد-ایسا و همکاران، ۲۰۱۰).

از چای ترش برای حذف یا کاهش اثرات زیان‌بار آفلاتوکسین در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی نیز استفاده گردیده است. آفلاتوکسین با تشکیل اپوکسید و اتصال به *DNA* و پروتئین‌ها، باعث آسیب رساندن به ساختار کبد و افزایش وزن کبد می‌شود. چای ترش به دلیل دارا بودن خواص پاداکسیدانی و سم‌زدایی، اثر منفی آفلاتوکسین را در جوجه-های گوشتی (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴) و اثرات نامطلوب وانادیوم را در مرغ‌های تخم‌گذار (یوآن و همکاران، ۲۰۱۶) کاهش داد. لیو و همکاران (۲۰۰۶) یک جیره غذایی طبیعی با دوزهای مختلفی از عصاره چای ترش (۱ تا ۵ درصد) را به مدت ۹ هفته و تزریق داخل صفاقی تتراکلرید کربن (CCl_4) را به مدت ۷ هفته برای موش‌ها تجویز کردند. CCl_4 یک زنوبیوتیک پرکاربرد برای تحریک تنش اکسیداتیو است که پراکسیداسیون چربی را با واسطه رادیکال‌های آزاد شروع می-کند و منجر به تجمع فرآورده‌های حاصل از اکسیداسیون چربی و آسیب کبد می‌شود (رکناجل و همکاران، ۱۹۸۹). عصاره چای ترش آسیب کبد (استئاتوز و فیبروز) را کاهش و

تشکیل فرآورده‌های حاصل از پروکسیدشدن چربی در اثر CCl_4 و فعال شدن سلول‌های ستاره‌ای کبد را مهار کرد، که به نظر می‌رسد این اثر حفاظتی به دلیل خواص پاداکسیدانی این عصاره باشد (لیو و همکاران، ۲۰۰۶). فنیل هیدرازین و مشتق آن، ۲ و ۴- دی نیترو فنیل هیدرازین، نیز عوامل سمی هستند که عمل سمی آن‌ها به توانایی ایجاد خود اکسایش نسبت داده می‌شود. این ظرفیت آن‌ها را قادر می‌کند تا آنزیم-های پروتئین‌های غشا و هموگلوبین را اکسید کند. فنیل هیدرازین پروکسید شدن چربی را در فسفولیپیدهای غشا (جین و هاچاستین، ۱۹۷۹) و ۲و۴- دی نیترو فنیل هیدرازین پروکسید شدن چربی و دیگر آسیب‌های اکسیداتیو را در خرگوش (اولوگاندودو و ابی، ۲۰۰۵) و موش (مادوکا و همکاران، ۲۰۰۳) تحریک کرد. در شرایطی که ۲ و ۴- دی نیترو فنیل هیدرازین سطح گلوتاتیون احیا شده *(GSH)* خون را کاهش و سطح مالون دی آلدهید را در خرگوش افزایش داد، تیمار خرگوش‌ها با عصاره آنتوسیانین چای ترش منجر به افزایش GSH خون و کاهش مالون دی آلدهید شد و از خون در برابر اثرات همولیتیک و لیپوپروکسیداتیو ناشی از ۲و ۴- دی نیترو فنیل هیدرازین حفاظت کرد (اولوگاندودو و همکاران، ۲۰۰۹). اثر حفاظتی عصاره کاسبرگ چای ترش علاوه بر فنیل هیدرازین و CCl_4، در برابر سمیت کبدی ناشی از پاراستامول (علی و همکاران، ۲۰۰۳)، ترت-بوتیل هیدروپروکسید (تسنگ و همکاران، ۱۹۹۷؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۰)، کادمیوم (آساگبا و همکاران، ۲۰۰۷) و سدیم-آرسنیت (یوسوه و همکاران، ۲۰۰۵) نیز گزارش شده است. از طرف دیگر، عصاره آنتوسیانین از کاهش شدید آنزیم‌های پاد-اکسیدان در کبد مثل کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پروکسیداز و گلوتاتیون ریداکتاز نیز جلوگیری کرد (ونگ و همکاران، ۲۰۰۰؛ لیو و همکاران، ۲۰۰۶؛ آساگبا و همکاران، ۲۰۰۷؛ آجیبوی و همکاران، ۲۰۱۱؛ پتل، ۲۰۱۴). به همین دلیل شاید بتوان مصرف چای ترش را به عنوان یک درمان طبیعی و نسبتاً ارزان برای مقابله با سمیت کبدی توصیه کرد.

عصاره کاسبرگ چای ترش برای کاهش اکسیداسیون چربی در محصولات گوشت نیز پیشنهاد شده است (جانگ و جو، ۲۰۱۳). گنجاندن سطوح ۰/۵ و ۱ گرم در کیلوگرم از گوئرستین (جزئی از چای ترش) در جیره جوجه‌های گوشتی از زمان خروج از تخم تا ۴۲ روزگی به وسیله کاهش نرخ اکسیداسیون لیپید، پایداری اکسیداتیو گوشت سینه مرغ را در طول نگهداری در یخچال افزایش داد و در نتیجه عمر مفید آن را طولانی کرد. (گولیومایتیس و همکاران، ۲۰۱۴). بیوفلاونوئیدها نیز به طور مطلوبی چربی و پروفایل اسید چرب گوشت سینه جوجه گوشتی را بهبود، $PUFA$[۳] و نسبت $PUFA$ به SFA[۴] را افزایش و تری‌گلیسرید و کلسترول گوشت سینه را کاهش دادند (کامبوه و زو ۲۰۱۳). بررسی اثرات عصاره چای ترش در گوشت‌های خام و یخ زده خوک و گاو نیز نشان داد، بالاترین نمره کیفیت گوشت (۵/۴۲) با افزودن ۱۲/۵ گرم روغن سویا و ۰/۷ گرم عصاره کاسبرگ چای ترش به دست می‌آید (جانگ و جو، ۲۰۱۳). نتایج حاصل از این پژوهش‌ها برای صنایع گوشت که به دنبال افزایش عملکرد محصول خود هستند، می‌تواند مفید باشد.

داده‌های بسیار اندکی درباره فعالیت پاداکسیدانی عصاره‌های به دست آمده از دیگر بخش‌های گیاه چای ترش منتشر شده است (موهد-ایسا و همکاران، ۲۰۱۰). سطح کلی توکوفرول‌ها که از قوی‌ترین و مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی محلول در چربی هستند، در دانه‌ها و برگ‌های چای ترش به ترتیب ۲۲۹ و ۲۰۸ نانومول در گرم گزارش شده است، در حالی که در ساقه‌ها و کاسبرگ‌های گیاه بسیار کمتر بود (به ترتیب ۳۹ و ۳۶ نانومول در گرم). برگ‌ها غنی از روتین هستند که فعالیت پاداکسیدانی قوی دارد (محمد و همکاران، ۲۰۰۷). حتی برخی پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که کل مقدار فلاونوئیدها و فعالیت پاکسازی رادیکال‌ها در برگ-های چای ترش بالاتر از کاسبرگ‌ها می باشد. عصاره برگ‌های چای ترش فعالیت پاداکسیدانی قوی‌تری از عصاره برگ توت که غنی از ترکیبات پلی‌فنولیک است، نشان داده است (ونگ و

[۳] اسیدهای چرب با چند باند دوگانه

[۴] اسیدهای چرب اشباع

همکاران، ۲۰۱۴). نتایج یک پژوهش برون‌تنی نشان داد که در گوشت گاو پخته مکمل شده با دانه چای ترش در مقایسه با گوشت مکمل شده با هیدورکسی تولوئن بوتیله شده، اکسیداسیون چربی کاهش یافت (موهد-ایسا و همکاران، ۲۰۱۰)، بنابراین دانه‌های چای ترش نیز می‌تواند به عنوان پاداکسیدان های طبیعی مورد استفاده قرار بگیرند. با این حال، بهتر است برای شناخت و کاربرد بیشتر بخش‌های مختلف این گیاه، پژوهش‌های برون‌تنی و درون‌تنی دقیق‌تری در گونه‌های مختلف تک‌معده‌ای انجام شود.

تنظیم سوخت و ساز چربی به وسیله چای ترش

پژوهش‌های نسبتاً زیادی درباره اثر چای ترش بر سوخت و ساز چربی انجام شده است، که در اغلب آن‌ها چای ترش ویژگی کاهش کلسترول را صرفنظر از سن، جنس و مکمل غذایی استفاده شده، نشان داده است (الاتانجی و همکاران، ۲۰۰۵؛ مکی و همکاران، ۲۰۱۰؛ دا-کاستا-روچا و همکاران، ۲۰۱۴). افزودن عصاره الکلی کاسبرگ خشک شده چای ترش در جیره موش به میزان ۵ درصد بهترین نتیجه را در کاهش لیپیدهای سرم نشان داد (کارواجال-زرابال و همکاران، ۲۰۰۵) و در موش‌های چاق تغذیه شده با جیره حاوی چربی بالا، به وسیله بهبود سوخت و ساز لیپید، سبب حفاظت از کبد و درمان بیماری کبد نیز شد (ویلالپاندو-آرتیگا و همکاران، ۲۰۱۳). جیره مکمل شده با چای ترش در مقایسه با جیره معمولی یا جیره‌های روغنی (دارای روغن سویا)، وزن بدن و سطح تری گلیسرید سرم موش را کاهش و سطح *HDL* را افزایش داد. به علاوه، در جیره روغنی به طور معنی‌داری تشکیل مالون دی آلدهید در هفته‌های ۲۰ و ۲۵ کاهش یافت (تی و همکاران، ۲۰۰۲). در پژوهش مشابهی، عصاره چای ترش منجر به کاهش کلسترول سرم در موش‌هایی که جیره با کلسترول بالا مصرف کردند و کاهش تری گلیسرید در موش-های تغذیه شده با جیره دارای فروکتوز بالا شد (چن و همکاران، ۲۰۰۴). حتی در برخی از پژوهش‌ها، کاهش لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین *(VLDL)* همزمان با افزایش سطح *HDL* سرم به وسیله عصاره چای ترش گزارش گردید. دلیل این کاهش، مهار سنتز تری آسیل گلیسرول یا فعالیت پاداکسیدانی در برابر اکسیداسیون *LDL* معرفی شد که چندین گروه از ترکیبات در عصاره چای ترش مثل آنتوسیانین‌ها و اسید پروتوکاتچوئیک می‌توانند در این اثرات دخالت داشته باشند (دا-کاستا-روچا و همکاران، ۲۰۱۴). آنتوسیانین چای ترش در مرغ‌های تخم‌گذار نیز مقدار *TBARS* در زرده تخم‌مرغ و پلاسمای خون را کاهش داد (سوکخاوانیت و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه بر آنتوسیانین، شواهدی نیز برای نقش پلی‌فنول‌ها و اسید هیبیسکاس در این اثرات ارائه شده است (فرناندز-اروبو و همکاران، ۲۰۱۱؛ هاپکینز و همکاران، ۲۰۱۳؛ عزیز و همکاران، ۲۰۱۳؛ پتل، ۲۰۱۴). حتی عصاره پلی‌فنول‌های چای ترش قدرت بیشتری برای کاهش کلسترول پلاسما و *LDL* نسبت به عصاره خام چای ترش نشان دادند. این پلی‌فنول‌ها از راه کاهش پروتئین باندکننده عنصر تنظیم‌گر استرول (*SREBP-1*) (یک فاکتور رونویسی متصل به غشاء که سوخت‌وساز چربی را تنظیم می-کند و شامل سه ایزوفرم به نام‌های *SREBP-1a, -1c, -2* است) و فعال‌کننده پروتئین کیناز وابسته به *AMP (AMPK)* مقدار چربی سلول‌های کبد را کاهش می‌دهند و بیان آنزیم-های سنتزکننده اسید چرب و هیدورکسی متیل گلوتاریل کوآنزیم آ (*HMG-CoA*) ریداکتاز را مهار می‌کنند (یانگ و همکاران، ۲۰۱۰). هیرانپنیچ و همکاران (۲۰۰۶) اثر کاهندگی لیپید چای ترش را در شرایط درون‌تنی به ترکیبات بتا-سیتوسترول و پکتین نسبت دادند. ساپونین‌ها نیز به طور طبیعی استروئید یا تری ترپنوئیدهایی هستند که در تعداد زیادی از گیاهان و محصولات گیاهی که همگی عوامل طبیعی کاهنده کلسترول هستند، مثل چای وجود دارند (رائو و جرفینکل، ۲۰۰۰؛ افروز و همکاران، ۲۰۱۰*b*). مکمل‌های غذایی ساپونین (جزئی از چای ترش) و *رودوباکتر کپسولاتوس* (یک باکتری فتوسنتزی کاهنده کلسترول) به صورت جداگانه با حفظ عملکرد تولید در سطح استاندارد و بدون اثر منفی بر فیزیولوژی مرغ و یا تولید تخم‌مرغ از راه مهار بیوسنتز اسید چرب و کلسترول و همچنین تحریک بتا-اکسیداسیون اسید چرب در کبد منجر به تولید تخم‌مرغ های کم کلسترول شد. ترکیبی از ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ساپونین به همراه ۴۰۰

میلی‌گرم در کیلوگرم *رودوباکتر کپسولاتوس* بیشترین میزان کاهش کلسترول زرده را نشان داد (افروز و همکاران، ۲۰۱۰*a*). در پژوهش مشابهی، ساپونین در جیره غذایی مرغ تخم‌گذار نقش مؤثری در افزایش غلظت *HDL* و کاهش غلظت کلسترول و تری‌گلیسیرید سرم و زرده ایفا کرد (افروز و همکاران، ۲۰۱۰*b*). لین و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند، اگرچه سازوکار دقیق عمل چای ترش به عنوان یک عامل کاهنده کلسترول کاملاً روشن نشده است، اما فرض بر این است که احتمالاً ترکیباتی در عصاره وجود دارد که ترشحات هورمونی مثل هورمون‌های آدرینوکورتیکال را فعال کرده و از این راه مسیر متابولیکی کلسترول را به وسیله تبدیل به ترکیبات دیگر تحریک می‌کند. در مقابل، کیم و همکاران (۲۰۰۷) مهار سنتز چربی به وسیله چای ترش را نه با هورمون‌ها بلکه با سه مسیر زیر مرتبط دانستند:

۱) مهار عوامل رونویسی سنتزکننده چربی مثل پروتئین باندکننده-افزایش‌دهنده *(C/EBP)* و گیرنده‌های گاما فعال شده با تکثیر پراکسی‌زوم (*PPAR-gamma*)

۲) مهار مسیرهای فسفواینوزیتید تری-کیناز (*PI3K*)

۳) مهار مسیرهای متابولیک مرتبط با پروتئین‌کیناز فعال شده با میتوژن (*MAPK*)

در گونه‌های دیگر نیز اثر کاهندگی چربی کاسبرگ چای ترش گزارش شده است. عصاره چای ترش به عنوان اسیدی-فایر در خوک‌ها بعد از شیر گرفتن فعالیت تریپسین و گوارش-پذیری چربی را افزایش و ضریب تبدیل غذا را بهبود بخشیده است (افیراکچتساکون و همکاران، ۲۰۰۸). آنتوسیانین کاسبرگ‌های خشک شده چای ترش خرگوش‌ها را در برابر سمیت سلولی و پروکسیداسیون چربی ناشی از ۲ و ۴-دی نیتروفنیل هیدرازین محافظت کرد (اولوگاندودو و همکاران، ۲۰۱۰). در پژوهش مشابه دیگری عصاره چای ترش (۰/۵ و ۱ درصد در جیره) با مهار لیپیدهای سرم، آترواسکلروسیز شدید در آئورت خرگوش را کاهش داد، به طوری که بررسی‌های بافت‌شناسی نشان داد عصاره چای ترش تشکیل سلول‌های فوئم را کاهش داده و مهاجرت و کلسیمی شدن سلول‌های ماهیچه‌ای صاف را در رگ‌های خونی خرگوش مهار کردند (چن و همکاران ۲۰۰۳). در یک مطالعه انسانی کوتاه مدت (۴ هفته) به وسیله لین و همکاران (۲۰۰۷) گزارش شد ۲ کپسول از عصاره چای ترش (هر کپسول دارای ۵۰۰ میلی‌گرم، ۱ گرم در هر وعده)، که ۳ بار در روز (در مجموع ۳ گرم در روز) مصرف شد، کلسترول سرم در بیماران با کلسترول بالا را کاهش داد. در ماهی کپور عصاره آبی چای ترش به وسیله بهبود سوخت و ساز لیپید، سبب حفاظت از کبد و درمان بیماری کبد نیز شد (یین و همکاران، ۲۰۱۱).

فعالیت ضد لیپیدی در عصاره اتانولی برگ‌ها نیز گزارش شد و دلیل آن حضور پلی‌فنول‌ها و فلاوانول‌های دارای فعالیت ضد لیپیدی معرفی شد. چن و همکاران (۲۰۱۳) بعد از بررسی اثر عصاره پلی‌فنول‌های برگ گیاه چای ترش بر پروکسید شدن چربی *LDL* در شرایط برون‌تنی، این عصاره را به عنوان یک عامل ضد چربی معرفی کرد. گروهی از موش‌ها که با عصاره برگ‌های چای ترش تغذیه شدند، کاهش معنی‌داری در *LDL*، *VLDL*، تری آسیل گلیسرول و کل کلسترول و افزایش معنی-داری در سطح *HDL* سرم را نشان دادند. تیمارهای مورد نظر همچنین کاهش معنی‌داری را در شاخص آتروژنیک و نسبت *LDL* به *HDL* در مقایسه با شاهد نشان دادند (اوچانی و میلو، ۲۰۰۹). در موش‌های با چربی خون بالا، بعد از چهار هفته مصرف عصاره برگ چای ترش، کلسترول سرم، تری گلیسرید و سطوح *LDL* و *VLDL* کاهش یافت (ژن و همکاران، ۲۰۱۶).

در جانوران تک‌معده‌ای کاهش کلسترول خون یک ارزش افزوده است، زیرا منجر به انباشت کمتر کلسترول در فرآورده-های تولیدی (مثل گوشت و تخم‌مرغ) می‌شود و بنابراین بروز بیماری‌های قلبی-عروقی ناشی از مصرف این فرآورده‌ها را در انسان‌ها کاهش می‌دهد (کواری و همکاران، ۲۰۱۱). با فرض یک رابطه خطی، به دنبال کاهش کلسترول از ۵/۱۳ به ۲/۵۳ میلی‌مول در لیتر، می‌توان انتظار داشت خطر بیماری‌های قلبی-عروقی تا ۶۵ درصد کاهش یابد (اگوریو و همکاران، ۲۰۰۸). از طرف دیگر، پلی‌فنول‌های برگ گیاه چای ترش ظرفیت کاهش تشکیل سلول‌های فوئم و کاهش تجمع چربی داخل سلولی در ماکروفاژهای تحریک شده به وسیله *LDL*

اکسید شده (*ox-LDL*) را نیز نشان دادند. داده‌های ملکولی نشان داد این اثرات پلی‌فنول‌های برگ گیاه چای ترش ممکن است از راه مسیر حامل *A1* گروه باند کننده *ATP*/گیرنده آلفای ایکس کبد (*LXRα/ABCA1*) میانجی‌گری شود. عصاره پلی‌فنول‌های برگ چای ترش با تقویت این مسیر منجر به تحریک حذف کلسترول از ماکروفاژها و تأخیر در بروز آترواسکلروسیز می‌شود (چن و همکاران، ۲۰۱۳). چنین نقشی برای آنتوسیانین موجود در کاسبرگ چای ترش نیز گزارش شده است (چنگ و همکاران، ۲۰۰۶). به همین دلیل در تعدادی از پژوهش‌های منتشر شده، چای ترش علاوه بر کنترل چربی خون و کبد (یانگ و همکاران، ۲۰۱۰)، به عنوان یک عامل ضد آترواسکلروسیز و چاقی (تی و همکاران، ۲۰۰۲؛ الارکون-اجویلار و همکاران ۲۰۰۷؛ چن و همکاران ۲۰۱۳؛ دا-کاستا-روچا و همکاران، ۲۰۱۴) معرفی شده است.

نتیجه‌گیری کلی

می‌توان نتیجه گرفت چای ترش بدون ایجاد سمیت دارای اثرات مفید قابل توجهی می‌باشد. اگرچه تاکنون فقط کاسبرگ‌ها به طور بهینه استفاده شدند، اما شناخت کامل اجزای زیست-فعال بخش‌های مختلف این گیاه در شرایط درون‌تنی و برون‌تنی می‌تواند دامنه اثرات آن را گسترش دهد. این نکته را نیز باید در نظر داشت که مکانیزم‌های سلولی، زیست‌شناختی و اپی‌ژنتیک اثرات گزارش شده برای این گیاه همچنان ناشناخته است. همچنین، یافتن دوز مصرفی مؤثر چای ترش برای رسیدن به حداکثر کارایی با توجه به شرایط آزمایش، اهمیت بسیاری دارد. نگرانی مصرف‌کنندگان از اثرات نامطلوب مواد نگهدارنده شیمیایی و پادزیست‌ها باعث برگشت بیماری‌های عفونی و خسارت‌های اقتصادی در صنعت طیور شد. با در نظر گرفتن یافته‌های پژوهش‌های منتشر شده، چای ترش در حیوانات تک‌معده‌ای به ویژه موش توانایی بالقوه‌ای نشان داده است، بنابراین گسترش کاربرد بخش‌های مختلف این گیاه در جیره پرندگان اهلی و تعیین دوز مؤثر آن می‌تواند در جهت کاهش کلسترول خون، از بین بردن عوامل عفونی، رفع تنش‌ها و پیامدهای مختلف آن‌ها امیدواری بزرگی محسوب شود.

منابع

طباطبایی یزدی، ف.، علیزاده بهبهانی، ب.، وسیعی، ع.، مرتضوی، س. ع. و مرادی، س. ۱۳۹۵. اثر ضد باکتریایی عصاره‌های چای ترش بر برخی از باکتری‌های بیماری‌زای مقاوم به آنتی‌بیوتیک در شرایط برون‌تنی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. شماره ۵۵، ص. ۳۱-۲۳.

محمدی، ف.، باقرزاده کاسمانی، ف.، شجاعیان، ک.، مهری، م. و کریمی ترشیزی، م. ا. ۱۳۹۴. تأثیر چای ترش *(Hibiscus sabdariffa)* بر عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره آلوده به آفلاتوکسین. تولیدات دامی. شماره ۲، ص. ۳۰۹-۳۰۱.

Ademiluyi, A. O. and Oboh, G. 2013. Aqueous extracts of roselle (Hibiscus sabdariffa Linn.) varieties inhibit α-amylase and α-glucosidase activities in vitro. Journal of Medicinal Food. 16 (1): 88–93.

Afrose, S., Hossain, M. S., Maki, T. and Tsujii, H. 2010a. Effects of karaya saponin and Rhodobacter capsulatus on yolk cholesterol in laying hens. British Poultry Science. 51: 409—418.

Afrose, S., Hossain, M.S. and Tsujii, H. 2010b. Effect of dietary karaya saponin on serum and egg yolk cholesterol in laying hens. British Poultry Science. 51: 797—804.

Agoreyo, F. O., Agoreyo, B. O. and Onuorah, M. N. 2008. Effect of aqueous extracts of Hibiscus sabdariffa and Zingiber Officinale on blood cholesterol and glucose levels of rats. African Journal of Biotechnology. 7 (21): 3949-3951.

Ajiboye, T. O., Salawu, N. A., Yakubu, M. T., Oladiji, A. T., Akanji, M. A. and Okogun, J. I. 2011. Antioxidant and drug detoxification potentials of Hibiscus sabdariffa anthocyanin extract. Drug and Chemical Toxicology. 34 (2): 109-115.

Akim, A., Lim, C. H., Asmah, R. and Zanainaul, A. Z. 2011. Antioxidant and anti-proliferative activities of Roselle juice on Caov-3, MCF-7, MDA-MB-231 and Hela cancer cell lines. African journal of pharmacy and pharmacology. 5 (7): 957-965.

Akindahunsi, A. A. and Olaleye, M. T. 2003. Toxicological investigation of aqueous-methanolic extract of the calyces of Hibiscus sabdariffa L. Journal of Ethnopharmacology. 89: 161–164.

Alarcon-Aguilar, F. J., Zamilpa, A., Perez-Garcia, M. D., Almanza-Perez, J. C., Romero-Nunez, E., Campos-Sepulveda, E. A., et al., 2007. Effect of Hibiscus sabdariffa on obesity in MSG mice. Journal of Ethnopharmacology. 114: 66–71.

Ali, B. H., Mousa, H. M. and El-Mougy, S. 2003. The effect of a water extract and anthocyanins of Hibiscus sabdariffa L. on paracetamol-induced hepatoxicity in rats. Phytotherapy Research. 17: 56–59.

Ali, S. A. E., Mohamed, A. H. and Mohammed, G. E. E. 2014. Fatty acid composition, anti-inflammatory and analgesic activities of Hibiscus sabdariffa Linn. Seeds. Journal of Advanced Veterinary and Animal Research. 1 (2): 50-57.

Anwar, H., Rahman, Z. U., Javed, I. and Muhammad, F. 2012. Effect of protein, probiotic, and symbiotic supplementation on serum biological health markers of molted layers. Poultry Science. 91: 2606–2613.

Aphirakchatsakun, W., Kris, A. and Suwanna, K. 2008. The effect of roselle (Hibiscus sabdariffa Linn.) calyx as antioxidant and acidifier on growth performance in postweaning pigs. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 21 (4): 574-581.

Asagba, S. O., Adaikpoh, M. A., Kadiri, H. and Obi, F. O. 2007. Influence of aqueous extract of Hibiscus sabdariffa L. petal on cadmium toxicity in rats. Biological Trace Element Research. 115: 47-57.

Aziz, Z., Wong, S. Y. and Chong, N. J. 2013. Effects of Hibiscus sabdariffa L. on serum lipids: A systematic review and meta-analysis. Journal of Ethnopharmacology. 150: 442–450.

Baeza, G., Amigo-Benavent, M., Sarri, B., Goya, L., Mateos, R. and Bravo, L. 2014. Green coffee hydroxycinnamic acids but not caffeine protects human HepG2 cells against oxidative stress. Food Research International. 62: 1038-1046.

Baurhoo, B., Phillip, L. and Ruiz-Feria, C. A. 2007. Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. Poultry Science. 86: 1070-1078.

Burch, D. 2006. Anticipated effects of the withdrawal of antibiotic growth promoters (AGPs) from pigs in the European Union on 1st January 2006. http://www.octagon-services.co.UK/articles/withdrawalAGP. htm.

Carvajal-Zarrabal, O., Waliszewski, S. M., Barradas-Dermitz, D. M., Orta-Flores, Z., Hayward-Jones, P. M., Nolasco-Hipolito, C., et al., 2005. The consumption of Hibiscus sabdariffa dried calyx ethanolic extract reduced lipid profile in rats. Plant Foods for Human Nutrition. 60: 153-159.

Castaner, O., Covas, M. I., Khymenets, O., Nyyssonen, K., Konstantinidou, V., Zunft, H. F., et al., 2012. Protection of LDL from oxidation by olive oil polyphenols is associated with a downregulation of CD40-ligand expression and its downstream products in vivo in humans. The American Journal of Clinical Nutrition. 95: 1238-1244.

Cetin, E., Silici, S., Cetin, N. and Guclu, B. K. 2010. Effects of diets containing different concentrations of propolis on hematological and immunological variables in laying hens. Poultry Science. 89: 1703-1708.

Chang, Y. C., Huang, K. X., Huang, A. C., Ho, Y. C. and Wang, C. J. 2006. Hibiscus anthocyanins-rich extract inhibited LDL oxidation and oxLDL-mediated macrophages apoptosis. Food and Chemical Toxicology. 44: 1015–1023.

Chen, C. C., Chou, F. P., Ho, Y. C., Lin, W. L., Wang, C. P., Kao, E. S., et al., 2004. Inhibitory effects of Hibiscus sabdariffa L extract on low-density lipoprotein oxidation and anti-hyperlipidemia in fructose-fed and cholesterol-fed rats. Journal of the Science of Food and Agriculture. 84: 1989–1996.

Chen, C. C., Hsu, J. D., Wang, S. F., Chiang, H. C., Yang, M. Y., Kao, E. S., et al., 2003. Hibiscus sabdariffa extract inhibits the development of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51: 5472-5477.

Chen, J., Wang, C., Wang, C., Sheu, J., Lin, C. and Lin, H. 2013. Hibiscus sabdariffa leaf polyphenolic extract inhibits LDL oxidation and foam cell formation involving up-regulation of LXRα/ABCA1 pathway. Food Chemistry. 141: 397–406.

Da-Costa-Rocha, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I. and Heinrich, M. 2014. Hibiscus sabdariffa L. – A phytochemical and pharmacological review. Food Chemistry. 165: 424–443.

Diaz-Sanchez, S., D'Souza, D., Biswas, D. and Hanning, I. 2015. Botanical alternatives to antibiotics for use in organic poultry production. Poultry Science. 94: 1419-1430.

Dominguez-Perles, R., Mena, P., Garcia-Viguera, C. and Moreno, D. A. 2014. Brassica foods as a dietary source of vitamin C: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 54: 1076-1091.

Fakeye, T. 2008. Toxicity and immunomodulatory activity of fractions of Hibiscus sabdariffa Linn (family Malvaceae) animal models. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines. 5: 394-398.

Fakeye, T. O., Pal, A., Bawankule, D. U. and Khanuja, S. P. 2008. Immunomodulatory effect of extracts of Hibiscus sabdariffa L (Family Malvaceae) in a mouse model. Phytotherapy Research. 22: 664–668.

Fakeye, T. O., Pal, A., Bawankule, D. U., Yadav, N. P. and Khanuja, S. P. 2009. Toxic effects of oral administration of in extracts of dried calyx of Hibiscus sabdariffa Linn. (Malvaceae). Phytotherapy Research. 23: 412-416.

Fernández-Arroyo, S., Rodríguez-Medina, I. C., Beltrán-Debón, R., Pasini, F., Joven, J., Micol, V., et al., 2011. Quantification of the polyphenolic fraction and in vitro antioxidant and in vivo anti-hyperlipemic activities of Hibiscus sabdariffa aqueous extract. Food Research International. 44: 1490-1495.

Fullerton, M., Khatiwada, J., Johnson, J. U., Davis, S. and Williams, L. L. 2011. Determination of antimicrobial activity of sorrel (Hibiscus sabdariffa) on Esherichia coli O157:H7 isolated from food, veterinary, and clinical samples. Journal of Medicinal Food. 14 (9): 950-956.

Gabal, M. A. and Azzam, A. H. 1998. Interaction of aflatoxin in the feed and immunization against selected infectious diseases in poultry. II. Effect on one-day-old layer chicks simultaneously vaccinated against Newcastle disease, infectious bronchitis and infectious bursal disease. Avian Pathology. 27: 290-295.

Goliomytis, M., Tsoureki, D., Simitzis, P. E., Charismiadou, M. A., Hager-Theodorides, A. L. and Deligeorgis, S. G. 2014. The effects of quercetin dietary supplementation on broiler growth performance, meat quality, and oxidative stability. Poultry Science. 93: 1957–1962.

Guardiola, S. and Mach, N. 2014. Therapeutic potential of Hibiscus sabdariffa: A review of the scientific evidence. Endocrinologia Nutricion. 61: 274-295.

Hansawasdi, C., Kawabata, J. and Kasai, T. 2000. α-Amylase inhibitors from roselle (Hibiscus sabdariffa Linn.) tea. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. 64 (5): 1041-1043.

Hirunpanich, V., Utaipat, A., Morales, N. P., Bunyapraphatsara, N., Sato, H., Herunsalee, A. et al., 2005. Effects of aqueous extracts from dried calyx of Hibiscus sabdariffa LINN. (Roselle) in Vitro using rat low-density lipoprotein (LDL). Biological and Pharmaceutical Bulletin. 28(3): 481-484.

Hirunpanich, V., Utaipat, A., Morales, N. P., Bunyapraphatsara, N., Sato, H., Herunsale, A., et al., 2006. Hypocholesterolemic and antioxidant effects of aqueous extracts from the dried calyx of Hibiscus sabdariffa L. in hypercholesterolemic rats. Journal of Ethnopharmacology. 103: 252-260.

Hopkins, A. L., Lamm, M. G., Funk, J. L. and Ritenbaugh, C. 2013. Hibiscus sabdariffa L. in the treatment of hypertension and hyperlipidemia: A comprehensive review of animal and human studies. Fitoterapia. 85: 84-94.

Ismail, A., Ikram, E. H. K. and Nazri, H. S. M. 2008. Rosella (Hibiscus sabdariffa L.) seeds- nutritional composition, protein quality and health benefits. Food. 2: 1-16.

Jain, S. and Hochstein, P. 1979. Generation of superoxide radicals by hydrazine: Its role in phenylhydrazine-induced hemolytic anemia. Biochimica et Biophysica Acta. 586: 128-136.

Jung, E. and Joo, N. 2013. Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) and soybean oil effects on quality characteristics of pork patties studied by response surface methodology. Meat Science. 94: 391–401.

Kamboh, A. A. and Zhu, W. Y. 2013. Effect of increasing levels of bioflavonoids in broiler feed on plasma anti-oxidative potential, lipid metabolites, and fatty acid composition of meat. Poultry Science. 92: 454–461.

Kaya, H., Gul, M., Çelebi, Ş., Kaya, A., Apaydin Yildirim, B. and Macit, M. 2014. The e□ects of black tea factory waste supplementation into laying hen diets on performance, egg quality, yolk peroxidation, and blood parameters. Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi. 20 (3): 375-382.

Kim, J. K., So, H., Youn, M. J., Kim, H. J., Kim, Y., Park, C., et al., 2007. Hibiscus sabdariffa L. water extract inhibits the adipocyte differentiation through the PI3-K and MAPK pathway. Journal of Ethnopharmacology. 114: 260-267.

Kwari, I. D., Igwebuike, J. U., Mohammed I. D. and Diarra, S. S. 2011. Growth, haematology and serum chemistry of broiler chickens fed raw or differently processed sorrel (Hibiscus sabdariffa) seed meal in a semi-arid environment. International Journal of Science and Nature. 2 (1): 22-27.

Landete, J. M. 2012. Updated knowledge about polyphenols: Functions, bioavailability, metabolism, and health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 52: 936-948.

Lewis, K. and Ausubel, F. M. 2006. Prospects of plant derived antibacterials. Nature Biotechnology. 24: 1504-1507.

Lin, H. H., Chen, J. H. and Wang, C. J. 2011. Chemopreventive properties and molecular mechanisms of the bioactive compounds in Hibiscus sabdariffa Linne. Current Medicinal Chemistry. 18: 1245-1254.

Lin, T. L., Lin, H. H., Chen, C. C., Lin, M. C., Chou, M. C. and Wang, C. J. 2007. Hibiscus sabdariffa extract reduces serum cholesterol in men and women. Nutrition Research. 27: 140-145.

Liu, H. N., Liu, Y., Hu, L. L., Suo, Y. L., Zhang, L., Jin, F., et al., 2014. Effects of dietary supplementation of quercetin on performance, egg quality, cecal microflora populations, and antioxidant status in laying hens. Poultry Science. 93: 347–353.

Liu, J. Y., Chen, C. C., Wang, W. H., Hsu, J. D., Yang, M. Y. and Wang, C. J. 2006. The protective effects of Hibiscus sabdariffa extract on CCl4-induced liver fibrosis in rats. Food and Chemical Toxicology. 44: 336–343.

Maduka, H. C. C, Okoye, Z. S. C. and Eje, A. 2003. The influence of Sacoglottis gabonensis stem bark extract and its isolate bergenin, Nigerian alcoholic additive, on the metabolic and hematological side effects of 2, 4-dinitrophenylhydrazine-induced tissue damage. Vascular Pharmacology. 39: 317-324.

Mckay, D. L., Chen, C. Y., Saltzman, E. and Blumberg, J. B. 2010. Hibiscus sabdariffa L. tea (tisane) lowers blood pressure in prehypertensive and mildly hypertensive adults. Journal of Nutrition. 140: 298-303.

Minka, N. S., Fayomi, A. and Ayo, J. O. 2007. Protective influence of calyces of Hibiscus sabdariffa against heat stress in laying hens during the hot-dry season. Research Journal of Poultry Sciences. 1 (1): 7-11.

Mohamed, R., Fernandez, J., Pineda, M. and Aguilar, M. 2007. Roselle (Hibiscus sabdariffa) seed oil is a rich source of γ –tocopherol. Journal of Food Science. 72 (3): 207-211.

Mohd-Esa, N., Hern, F. S., Ismail, A. and Yee, C. L. 2010. Antioxidant activity in different parts of roselle (Hibiscus sabdariffa L.) extracts and potential exploitation of the seeds. Food Chemistry. 122: 1055–1060.

Morton, J. F. 1987. Fruits of warm climates. Creative Resource Systems, Inc. Miami, FLa. pp: 281–286.

Mukhtar, M. A. 2007. The effect of feeding rosella (Hibiscus sabdariffa) seed on broiler chick's performance. Research Journal of Animal and Veterinary Sciences. 2: 21-23.

Oboh, G. and Rocha, J. B. T. 2008. Antioxidant and neuroprotective properties of sour tea (Hibiscus sabdariffa, calyx) and green tea (Camellia sinensis) on some pro-oxidant-induced lipid peroxidation in brain in vitro. Food Biophysics. 3: 382–389.

Ochani, P. C. and Mello, P. D. 2009. Antioxidant and antihyperlipidemic activity of Hibiscus sabdariffa Linn. leaves and calyces extracts in rats. Indian Journal of Experimental Biology. 47: 276-282.

Olaleye, M. T. (2007). Cytotoxicity and antibacterial activity of methanolic extract of Hibiscus sabdariffa. Journal of Medicinal Plants Research. 1(1): 009-013.

Olatunji, L. A., Adebayo, J. O., Oguntoye, O. B., Olatunde, N. O., Olatunji, V. A. and Soladoye, A. O. 2005. Effects of aqueous extracts of petals of red and green Hibiscus sabdariffa on plasma lipid and hematological variables in rats. Pharmaceutical Biology. 43 (5): 471–474.

Ologundudu, A. and Obi, F. O. 2005. Prevention of 2,4- dinitrophenylhydrazine-induced tissue damage in rabbits by orally administered decoction of dried flower of Hibiscus sabdariffa L. Journal of Medical Science. 5 (3): 208-211.

Ologundudu, A., Ologundudu, A. O., Ololade, I. A. and Obi, F. O. 2009. Effect of Hibiscus sabdariffa anthocyanins on 2, 4- dinitrophenylhydrazine-induced hematotoxicity in Rabbits. African Journal of Biochemistry Research. 3 (4): 140-144.

Ologundudu, A., Ologundudu, A. O., Oluba, O. M., Omotuyi, I. O. and Obi, F. O. 2010. Effect of Hibiscus sabdariffa anthocyanins on 2, 4- dinitrophenylhydrazine-induced tissue damage in Rabbits. Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences. 2(1): 1-6.

Patel, S. 2014. Hibiscus sabdariffa: An ideal yet under-exploited candidate for nutraceutical applications. Biomedicine and Preventive Nutrition. 4 (1): 23-27.

Puro, K., Sunjukta, R., Samir, S., Ghatak, S., Shakuntala, I. and Sen, A. 2014. Medicinal uses of roselle plant (Hibiscus sabdariffa L.): A mini review. Indian Journal of Hill Farming. 27: 81-90.

Rao, A. V. and Gurfinkel, D. M. 2000. The bioactivity of saponins: triterpenoid and steroidal glycosides. Drug Metabolism and Drug Interactions. 17: 211–235.

Recknagel, R. O., Glende Jr., E. A., Dolak, J. A. and Waller, R. L. 1989. Mechanisms of carbon tetrachloride toxicity. Pharmacology and Therapeutics. 43 (1): 139–154.

Rice-Evans, C. A. and Miller, N. J. 1996. Antioxidant activities of flavonoids as bioactive components of food. Biochemical Society Transactions. 24: 790-795.

Ruiz, P. A., Braune, A., Holzlwimmer, G. and Quintanilla-Fend Haller, D. 2007. Quercetin inhibits TNF-induced NF-kappaB transcription factor recruitment to proinflammatory gene promoters in murine intestinal epithelial cells. Journal of Nutrition. 137: 1208-1215.

Sahin, N., Sahin, K. and Kucuk, O. 2001. Effects of vitamin E and vitamin A supplementation on performance, thyroid status and serum concentrations of some metabolites and minerals in broilers reared under heat stress (32°C). Veterinary Medicine – Czech, 46: 286–292.

Sayago-Ayerdi, S. G., Arranz, S., Serrano, J. and Goni, I. 2007. Dietary fiber content and associated antioxidant compounds in roselle flower (Hibiscus sabdariffa L.) beverage. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55: 7886-7890.

Scheepens, A., Tan, K. and Paxton, J. W. 2010. Improving the oral bioavailability of beneficial polyphenols through designed synergies. Genes and Nutrition. 5: 75-87.

Scholz, S. and Williamson, G. 2007. Interactions affecting the bioavailability of dietary polyphenols in vivo. International Journal for Vitamin and Nutrition Research. 77: 224-235.

Serban, C., Sahebkar, A., Ursoniu, S., Andrica, F. and Banach, M. 2015. Effect of sour tea (Hibiscussabdariffa L.) on arterial hypertension: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of Hypertension. 33: 1119-1127.

Sindi, H. A., Marshall, L. J. and Morgan, M. R. A. 2014. Comparative chemical and biochemical analysis of extracts of Hibiscus sabdariffa. Food Chemistry. 164: 23-29.

Sukkhavanit, P., Angkanaporn, K. and Kijparkorn, S. 2011. Effect of roselle (Hibiscus sabdariffa Linn.) calyx in laying hen diet on egg production performance, egg quality and tBARS value in plasma and yolk. Thai Journal of Veterinary Medicine. 41 (3): 337-344.

Syam, A. F. 2007. The role of tea polyphenols in LDL oxidation. Acta Medica Indonesiana. 39 (2): 65.

Tee, P. L., Yusof, S., Mohamed, S., Umar, N. A. and Mustapha, N. M. 2002. Effect of roselle (Hibiscus subdariffa L.) on serum lipids of Sprague Dawley rats. Nutrition and Food Science. 32 (5): 190-196.

Tsai, P. J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B. and Jordan, B. R. 2002. Anthocyanin and antioxidant capacity in Roselle (Hibiscus Sabdariffa L.) extract. Food Research International. 35: 351–356.

Tseng, T. H., Kao, E. S., Chu, C. Y., Chou, F. P., Lin wu, H. W. and Wang, C. J. 1997. Protective effects of dried flower extracts of Hibiscus sabdariffa L. against oxidative stress in rat primary hepatocytes. Food and Chemical Toxicology. 35: 1159-1164.

Usoh, I. F., Akpan, E. J., Etim, E. O. and Farombi, E. O. 2005. Antioxidant actions of dried flower extracts of hibiscus subdariffa L. on sodium arsenite-induced oxidative stress in rats. Pakistan journal of nutrition. 4 (3): 135-141.

Villalpando-Arteaga, E. V., Mendieta-Condado, E., Esquivel-Solis, H., CanalesAguirre, A. A., Galvez-Gastelum, F. J., Mateos-Diaz, J. C., et al., 2013. Hibiscus sabdariffa L. aqueous extract attenuates hepatic steatosis through downregulation of PPAR- and SREBP-1c in diet-induced obese mice. Food and Function. 4: 618–626.

Wang, C. J., Wang, J. M., Lin, W. L., Chu, C. Y., Chou, F. P. and Tseng, T. H. 2000. Protective effect of Hibiscus anthocyanins against tert-butyl hydroperoxide-induced hepatic toxicity in rats. Food and Chemical Toxicology. 38: 411-416.

Wang, J., Cao, X., Jiang, H., Qi, Y., Chin, K. L. and Yue, Y. 2014. Antioxidant activity of leaf extracts from different Hibiscus sabdariffa accessions and simultaneous determination five major antioxidant compounds by LC-Q-TOF-MS. Molecules. 19 (12): 21226-21238.

Xu, X., Hu, Y., Xiao, W., Huang, J., He, X., Wu, J., et al., 2012. Effects of fermented Camilla sinensis, fuzhuan tea, on egg cholesterol and production performance in laying hens. Herald Journal of Agriculture and Food Science. 1:006-010.

Yang, M. Y., Peng, C. H., Chan, K. C., Yang, Y. S., Huang, C. N. and Wang, C. J. 2010. The hypolipidemic effect of Hibiscus sabdariffa polyphenols via inhibiting lipogenesis and promoting hepatic lipid clearance. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 58: 850–859.

Yin, G., Cao, L., Xu, P., Jeney, G. and Nakao, M. 2011. Hepatoprotective and antioxidant effects of Hibiscus sabdariffa extract against carbon tetrachloride-induced hepatocyte damage in Cyprinus carpio. In Vitro Cellular and Developmental Biology – Animal. 47: 10-15.

Yuan, Z. H., Zhang, K. Y., Ding, X. M., Luo, Y. H., Bai, S. P., Zeng, Q. F. et al., 2016. Effect of tea polyphenols on production performance, egg quality, and hepatic antioxidant status of laying hens in vanadium-containing diets. Poultry Science. 95: 1709-1717.

Zhao, X., Yang, Z. B., Yang, W. R. Wang, Y. Jiang, S. Z. and Zhang, G. G. 2011. Effects of ginger root (Zingiber officinale) on laying performance and antioxidant status of laying hens and on dietary oxidation stability. Poultry Science. 90: 1720-1727.

Zhen, J., Villani, T., Guo, Y., Qi, Y., Chin, K., Pan, M-H., et al., 2016. Phytochemistry, antioxidant capacity, total phenolic content and anti-inflammatory activity of Hibiscus sabdariffa leaves. Food Chemistry. 190: 673-680.

Livestock Research (LR)
Vol.6, No.1&2, Spring & Summer, 2017
p. 1-14

Birjand University

Therapeutic potential of plant Hibiscus sabdariffa in monogastric animals: A review of the scientific evidence

Sh. Sabet Sarvestani [*1], S.M. Hosseini [2] and S.H. Farhangfar [3]

1. PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand
3. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand
** Corresponding Author Email: sabetns90@gmail.com*

Submitted: 23 May 2017 ***Accepted: 28 August 2018***

Abstract

Recently, plants and their bioactive derivatives such as extracts, essential oils, and secondary metabolites have recently attracted a lot of research attention for the development of novel additives for animal nutrition. This field of research is driven by both the consumers' demand for safer foods from healthier animals and the industry's need to identify novel growth promoters to replace the use of banned antibiotics. Among the more than 300 species of Hibiscus plant are Hibiscus sabdariffa L., (sour tea) which has many medicinal uses. In view of these properties, sour tea calyces anthocyanin extract can act as a prophylactic by intervening as a free radical scavenger as well as inducing the phase II drug detoxifcation enzymes. In addition to antioxidant activity that has been reported in most published researches, extracts of its calyces have demonstrated antibacterial and hypocholesterolemic properties. Except calyx, seeds and leaves of this plant are used for both medicinal and non-medicinal purpose, but is usually ignored in the world. Apart from mice, few studies have been done on the effects of Hibiscus in monogastric animals. Therefore, more researches is needed to examine other possible effects of different parts of Hibiscus tea especially in poultry.

Keywords*: Antioxidant, Cholesterol, Hibiscus sabdariffa*