مروری بر کاربردهای ساپونین استخراج شده از بذر چای

فاطمه پارسا[۱*]، سمر رمزی[۲] و شیوا روفی‌گری حقیقت[۱]

۱- گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

۲- گروه فناوری و مدیریت تولید، پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

***fatemehp@ymail.com**

بیان مسئله

گیاه چای *(Camellia sinensis)* از شاخه نهاندانگان یک پایه، رده دولپه‌ایی‌ها، راسته پاریتال[1] خانواده تئاسه[2] و همیشه سبز است که به‌طور عمده برای تهیه نوشابه چای از برگ‌های لطیف آن کشت و توسعه داده می‌شود، علاوه بر آن، در پایان دوره رشد، گل‌ها و بذرهای زیادی تولید می‌کند (شکل ۱)، که اولاً برای پرورش نهال‌های بذری چای و ثانیاً برای استخراج ترکیبات مهم مانند ساپونین قابل استفاده است. ساپونین در گیاه چای و ۱۰۰ گونه گیاهی دیگر برای محافظت از گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا طی سوخت‌وسازهای ثانویه تولید می‌شود. وجود ساپونین‌ها در چای اولین بار در سال ۱۹۳۸ گزارش شد، ساپونین در همه قسمت‌های بوته چای شامل برگ، گل، ساقه، ریشه و بذر وجود دارد. بیشترین مقدار ساپونین در ریشه و بذر چای است (بی‌نام، ۱۹۹۵).

شکل ۱- گل‌ها و میوه‌چای

ساپونین در مقیاس تجاری از پوسته و مغز بذرهای چای استخراج می‌شود (شکل ۲). مقدار ساپونین در پوسته و بذر چای به‌ترتیب بین ۵ تا ۸ و ۱۰ تا ۱۵ درصد است (لی و همکاران، ۲۰۱۲؛ ویکراماسینگه، ۱۹۷۲). تاکنون بیشترین مقدار ساپونین از مغز بذر چای حدود ۲۱ درصد به کمک استخراج با حلال آب و فراصوت اندازه‌گیری شد (کی و زانگ، ۲۰۱۴).

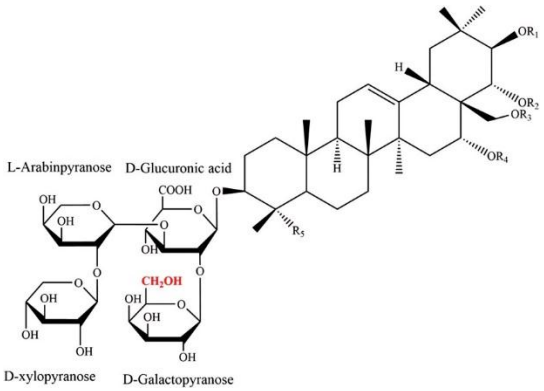
شکل ۲- بذر چای رقم هیبرید چینی

روش‌های مختلفی برای استخراج پودر ساپونین از بذر چای وجود دارد، به‌عنوان مثال استخراج ساپونین از بذر چای می‌تواند با حلال آبی (شکل ۳) (پارسا و همکاران، ۱۳۹۹) یا حلال‌های آلی مانند متانول، دی‌اتیل‌اتر، اتانل، دی‌اکسید کربن فوق‌بحرانی و در کنار دستگاه‌های فراصوت و ماکروویو جهت افزایش راندمان انجام شود (لانگ و تانگ، ۲۰۱۲)، همچنین ساپونین از بذر چای به کمک محلول‌های بازی و اسیدی نیز استخراج شده است (لیو و همکاران، ۲۰۱۶).

شکل ۳- پودر ساپونین از بذر چای

[1] Parital
2 Teacae

ساختار شیمیایی ساپونین چای از یک قسمت کربوهیدراتی به نام قند تشکیل شده است که آب‌دوست است و به کمک پیوند اتری یا استری به یک قسمت غیر قندی و چربی‌دوست اتصال دارد که یک تری‌ترپنوئید از نوع اولئانان[3] است (شکل ۴). این دوگانگی آب‌دوستی و چربی‌دوستی باعث می‌شود که دارای خصوصیت واکنشگر فعال سطح[4]شود (لیو و همکاران، ۲۰۱۷). کاربردهای خوب و مؤثر ساپونین مانند فعالیت‌های ضد سرطانی، ضدمیکروبی، ضد دیابتی و داروهای کمکی به این خصوصیت مهم نسبت داده می‌شود (رای و همکاران، ۲۰۲۱). ساپونین علاوه برداشتن خصوصیت واکنشگر فعال سطح، خواص شویندگی و ضد اشتعال نیز دارد (گو و همکاران، ۲۰۱۸).



شکل ٤- ساختار شیمیایی تری‌ترپنوئیدی ساپونین بذر چای

در ایران سالانه مقادیر قابل‌توجهی بذر از گیاه چای به‌دست می‌آید. که بدون استفاده در باغ رها می‌شود. درحالی‌که تحقیقات نشان داده است بذر چای به دلیل کاربردهای گوناگون در گروه محصولات فراسودمند قرار دارد. در برخی کشورهای چای‌خیز منطقه آسیا از بذر چای به‌عنوان ماده اولیه برای استخراج روغن خوراکی استفاده می‌شود. این روغن با داشتن خواص فراسودمند و دارا بودن مقدار زیادی اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسید لینولئیک در گروه مهم‌ترین روغن‌های گیاهی قرار دارد، که فشار و کلسترول خون را کاهش می‌دهد و اثرات فراسودمندی در مقابل بیماری‌های آسیب‌زا مانند بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان دارد (سحری و عمویی، ۲۰۱۳) و در محصولات شوینده باکیفیت بالا مانند صابون، کرم و روغن مو استفاده می‌شود (پاتل، ۲۰۱۸).

علاوه بر روغن، ساپونین نیز از ترکیبات مهم بذر چای است که در سال‌های اولیه شناسایی فقط در مواد شوینده (دازو همکاران ۲۰۱۲) و یا ساخت عکس‌های فتوگرافیک (هایاشی و همکاران، ۲۰۰۰) استفاده می‌شد. بعد از کشف اثر زیستی آفت‌کشی ساپونین، استخراج آن از بذر چای در کشورهایی مانند چین، هند و سیلان به‌صورت صنعتی انجام گرفت و کاربرد اصلی آن مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی است.

در دهه‌های اخیر گرایش به تحقیق در مورد اثرات زیستی ساپونین بذر چای برای درمان بیمارهای انسان، دام، طیور، آبزیان و گیاهان، اصلاح خاک و آب، حفظ و نگهداری مواد غذایی و بهبود فرمولاسیون‌های مواد آرایشی و بهداشتی افزایش یافته است و از ساپونین در صنایع مختلف استفاده‌های زیادی می‌شود (گو و همکاران، ۲۰۱۸). با توجه به کاربردهای متعدد و مؤثر ساپونین، توجه به صنایع جانبی چای و کاربرد بذر چای می‌تواند در ایجاد ارزش افزوده برای باغداران و توسعه صنایع مربوط به کشت و فرآوری چای مفید واقع شود.

کاربردهای ساپونین استخراج شده از بذر چای

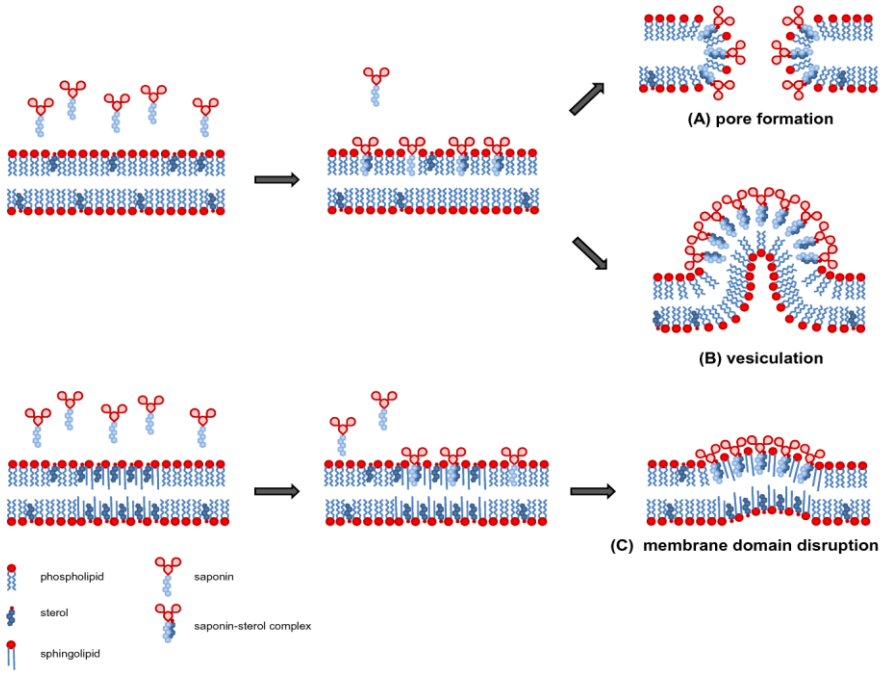
ساپونین‌ها دارای طیف گسترده‌ای از کاربردهای دارویی، آفت‌کشی، حشره‌کشی، عملکرد دگرآسیبی، اثرات ضد تغذیه‌ای در برابر حمله میکروب‌ها، جذب آلاینده‌ها، شویندگی و ضد حریق هستند که به‌عنوان ترکیبات طبیعی زیست فعال به جای ترکیبات شیمیایی با عوارض جانبی در صنایع پزشکی، کشاورزی، صنعت و حفاظت از محیط زیست استفاده می‌شوند (گو و همکاران ۲۰۱۸). در این مقاله، مهم‌ترین کاربردهای ساپونین با توجه به تحقیقات انجام گرفته ارائه شده است.

افزایش نفوذپذیری غشای سلولی

تعداد زیادی از فعالیت‌های زیستی ساپونین به اثر افزایش نفوذپذیری غشای سلولی و ایجاد اختلال در عملکرد غشای سلولی نسبت داده می‌شود (گوگلین و هوبی ، ۱۹۸۴). برهم‌کنش ساپونین با استرول‌های غشای سلولی و ایجاد سوراخ‌های متعدد، تاول و بازدارندگی فعالیت‌ها در سطح غشا باعث اختلال در عملکرد غشا می‌شود (شکل ۵)

[3] Oleanane-type
[4] Biosurfactant

(منین و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین باعث تجزیه گلبول‌های قرمز خون به دلیل برهم‌کنش با استرول‌های غشا به‌ویژه کلسترول می‌شوند. از این توانایی برای شناسایی ساپونین‌ها و مبارزه علیه آفات استفاده می‌شود (اسپارگ و همکاران، ۲۰۰۴). تحقیقات نشان داده است که باوجود اینکه ساپونین بذر چای توانایی تجزیه گلبول‌های قرمز خون را دارد، اما مصرف خوراکی آن در غلظت‌های ایمن به دلیل اینکه از روده جذب نمی‌شود تاثیری روی گلبول‌های قرمز خون نخواهد گذاشت (کیم و همکاران، ۲۰۱۵).



شکل ۵- مکانیسم تاثیر ساپونین بر غشای سلولی

ضد سرطان

سرطان یک بیماری مزمن پیچیده است که در سراسر جهان باعث مرگ زودرس می‌شود. امروزه استفاده از گیاهان دارویی در درمان سرطان به دلیل عوارض جانبی کمتر از اهمیت فوق‌العاده‌ایی برخوردار است. ساپونین بذر چای خاصیت سمیت علیه سلول‌های سرطانی دارد در حالی که برای سلول‌های طبیعی بدن انسان بی‌خطر است. از سایر اثرات زیستی ضد سرطانی ساپونین بذر چای می‌توان به فعالیت ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی، ضدرگ‌زایی[1] و افزایش فعالیت فرایند پرو-آپوپتوتیک[2] (آماده‌سازی سلول برای فرایند مرگ سلولی) اشاره کرد (خان و همکاران، ۲۰۲۲a). تاکنون سمیت سلولی ساپونین بذر چای علیه رده سلول‌های سرطانی کبد، کلون و تخمدان گزارش شده است (ناکانو و همکاران، ۲۰۱۳). علاوه بر فعالیت‌های ضد سرطانی، ساپونین بذر چای نقش مهمی در افزایش فعالیت آنزیم کینین اکسیدورداکتاز[3] برای پیشگیری از سرطان دارد (ژائو و همکاران، ۲۰۱۵) و می‌تواند به‌عنوان یک عامل ضد تومور و پیشگیری‌کننده از سرطان استفاده شود (لی و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج فعالیت ضد سرطانی ساپونین بذر چای علیه رده‌های سلول‌های سرطانی تخمدان نشان داد که اثر بخشی ساپونین بذر چای در غلظت مشابه بیشتر از داروی سیس پلاتین است و سمیت کمتری برای سلول‌های تخمدان دارد. مکانیسم فعالیت ضد سرطانی ساپونین القای فرایند آپوپتوزیس[4] است آپوپتوزیس یک فرایند فیزیولوژیکی مرگ سلولی است که در اثر فعال شدن آنزیم‌های گروه کاسپاز رخ می‌دهد.

از سایر فعالیت‌های ضد سرطانی ساپونین می‌توان به فعالیت ضد متاستاز یا ضد انتشار سرطان به سایر اندام‌ها اشاره کرد، برای انجام متاستاز رگ‌زایی یک فرایند ضروری است. تحقیقات ثابت کرده است که ساپونین بذر چای از

[1] Anti-Angiogenesis
[2] Pro-Apoptotic
[3] Quinine oxidoreductase
[4] Apoptosis

رگ‌زایی سرطان یعنی ایجاد رگ‌های جدید از رگ‌های موجود جلوگیری می‌کند (جیا و همکاران، ۲۰۱۷).

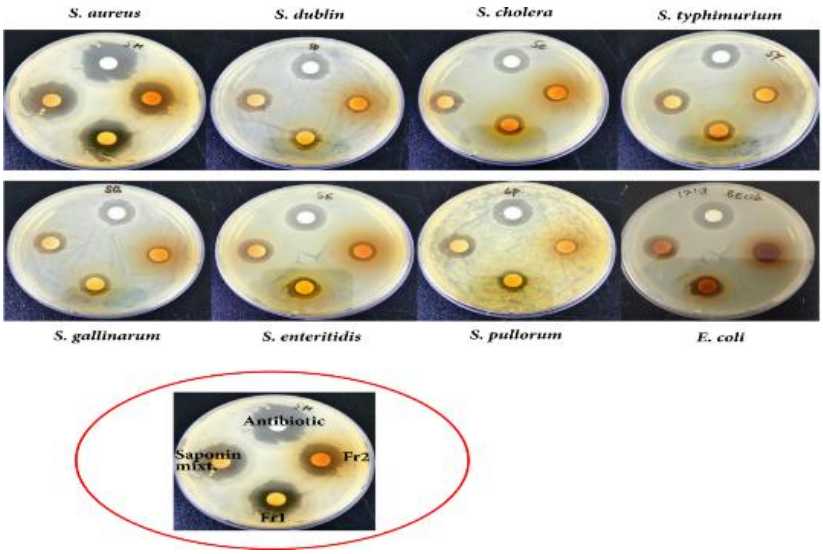
ضد باکتری

باکتری‌ها، میکروارگانیسم‌های پروکاریوتی تک‌سلولی هستند و یکی از دلایل عمده عفونت‌های شدید و بیماری‌ها در گیاهان و حیوانات به شمار می‌آیند. سالمونلا یک باکتری بیماری‌زای بسیار مهم است که به دلیل ایجاد عفونت در طیور منجر به ضررهای هنگفت اقتصادی می‌شود. در یک تحقیق مهار رشد سویه‌های مختلف باکتری توسط ساپونین‌های استخراج شده از بذر چای شامل ساپونین مخلوط و ساپونین های جدا شده از مخلوط شامل Fr2 و Fr1 تعیین شد. از آنتی‌بیوتیک آمپی‌سیلین به‌عنوان نمونه استاندارد استفاده شد. نتایج نشان داد که ساپونین بذر چای اثر زیستی ضد باکتریایی قویی روی برخی باکتری‌ها دارد که در شکل ۶ به ترتیب از چپ به راست شامل استافیلوکوکوس اورئوس، سالمونلا دوبلین، سالمونلا کلراسوئیس، سالمونلا تیفی‌موریوم، سالمونلا گالیناروم، سالمونلا انتریتیدیس، سالمونلا پلوروم و اشریشیا کلی است. در این تحقیق بعد از مطالعات آزمایشگاهی، از ساپونین در مراکز پرورش طیور برای درمان جوجه‌های آلوده به باکتری استفاده شد (خان و همکاران ۲۰۱۸). همچنین در پرورش آبزیان، ماهیانی که در اثر مبتلا شدن به بیماری‌های باکتریایی دچار مرگ‌ومیر می‌شوند، یکی از مشکلات جدی در صنعت آبزی‌پروری هستند، که باعث خسارت اقتصادی قابل توجهی در سراسر جهان می‌شوند. از پودر بذر چای به‌عنوان یک منبع از ترکیبات ضد باکتریایی برای مبارزه با عفونت لیستنلا آنگولارم [1] ماهیان قزل‌آلا استفاده می‌شود (بوران و همکاران، ۲۰۱۵).

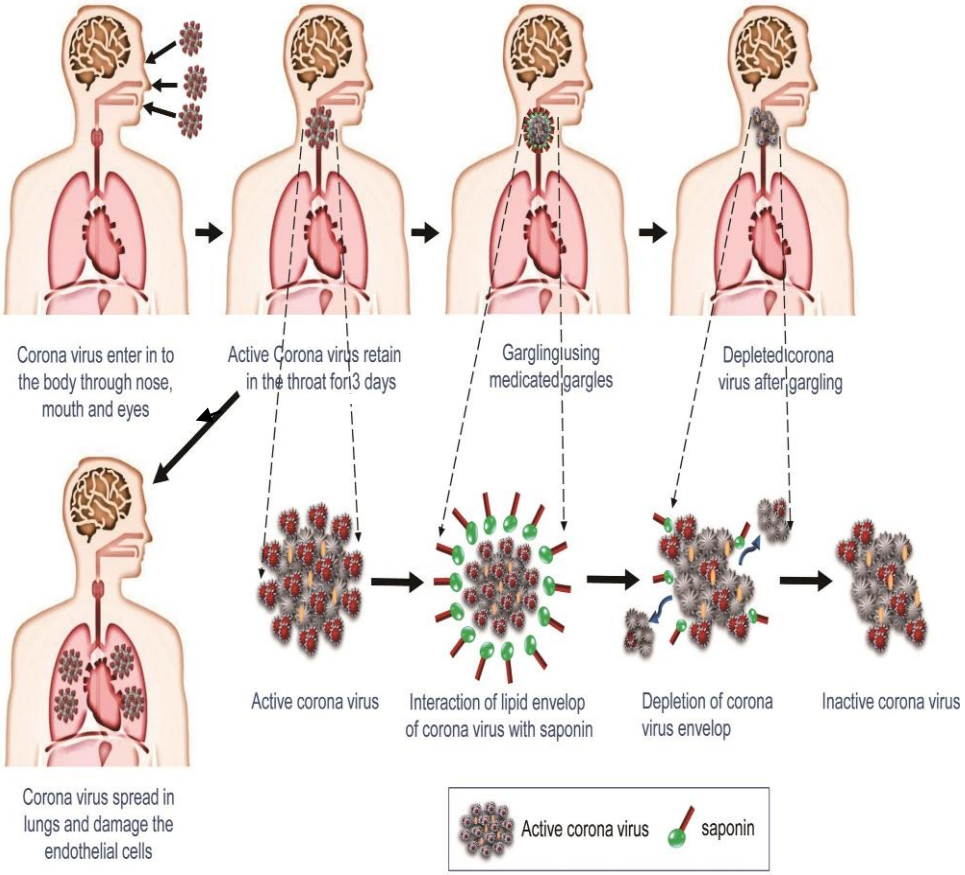
ضد ویروس

ویروس آنفولانزا یک عامل بیماری مشترک بین انسان و دام است و یکی از مهمترین علت‌های بیماری‌های همه‌گیر به شمار می‌آید. ترکیبات طبیعی از گیاهان مانند ساپونین بذر چای که دارای اثر زیستی ضد ویروسی هستند، برای مقابله با این نوع بیماری‌ها از اهمیت خاصی برخوردارند. ویروس‌های آنفولانزا به سه نوع آنتی‌ژن متمایز A، B و C طبقه‌بندی می‌شوند (پوتر، ۲۰۰۱). ساپونین بذر چای، باعث غیرفعال شدن دو ویروس آنفولانزای نوع A و B می‌شود و ویروس آنفولانزای نوع A را در شرایط تلقیح برای تولید واکسن غیرفعال می‌کند (هایاشی و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین از ساپونین بذر چای به دلیل اثر زیستی ضد ویروسی در درمان بیماری ویروسی HIV (گوکلوستانداگ و مازا، ۲۰۰۷) و کاهش همه‌گیری ویروس کووید-۱۹ استفاده می‌شود (سیتار و همکاران، ۲۰۲۱). در اکثر موارد ویروس کرونا از مسیر گلو و بینی به ریه‌ها منتقل می‌شود. قرقره کردن و شستشوی بینی با استفاده از دارو باعث می‌شود که ساپونین موجود در دارو به دلیل داشتن خصوصیت واکنشگر فعال سطح دور تا دور ویروس را احاطه کند و با تأثیر بر گیرنده‌های گلیکوپروتئینی ویروس و اختلال در لیپیدهای غشای سلولی باعث غیرفعال شدن و خارج شدن ویروس از گلو و مسیر بینی قبل از ورود به ریه‌ها شود (شکل۷) (نوانیس و همکاران، ۲۰۲۲).

[1] *Listonella anguillarum*



شکل ٦- بازدارندگی رشد سویه‌های مختلف باکتری توسط ساپونین خالص، مخلوط و ساپونین‌های جداشده شامل Fr1 و Fr2 از بذر چای و مقایسه بازدارندگی آن‌ها با آنتی‌بیوتیک آمپی‌سیلین (منبع: خان و همکاران ۲۰۱۸)



شکل ۷- پیشگیری از ورود ویروس کرونا به ریه‌ها (منبع: نوانیس و همکاران، ۲۰۲۲)

ضد مخمر

مخمرها، قارچ‌های یوکاریوتی تک سلولی هستند که به دلیل خواص میکروبی یکی از عوامل فساد در مواد غذایی به شمار می‌آیند. ساپونین بذر چای فعالیت ضد قارچی علیه طیف گسترده‌ای از قارچ‌های بیماری‌زا را دارد و سرعت انتشار قارچ را به شدت کاهش می‌دهد. فعالیت ضد قارچی برای بعضی از سویه‌های بیماری‌زا بیشتر از داروی جنتامایسین و کلوتریمازول است. از اثرات زیستی ضد مخمری ساپونین به‌عنوان یک عامل ضد فساد مواد غذایی و افزایش ماندگاری در صنایع غذایی می‌توان استفاده کرد. به‌عنوان مثال، ساپونین بذر کاملیا تأثیر بازدارندگی روی تشکیل هاله قارچ *Zygosaccharomyces rouxii* در سس سویا و میسو را دارد (یاماچی و همکاران ۲۰۰۱). ساپونین‌ها به دلیل خاصیت ضدمیکروبی به‌عنوان افزودنی در حفظ و نگهداری مواد غذایی در فرآوری مواد غذایی استفاده می‌شوند (جوشی و همکاران، ۲۰۱۳)،

آفت‌کشی

حشرات نقش مهمی در خسارت زدن به محصولات کشاورزی در مزرعه، باغ و در زمان انبار مانی دارند. تاکنون اثرات زیستی آفت‌کشی ساپونین بر حشرات و آفاتی مانند زنجره سیب‌زمینی (هربر و همکاران، ۱۹۷۴)، کرم ساقه خوار ذرت (نوزولیل و همکاران، ۱۹۹۷)، کرم برگ پنبه (آدل و همکاران، ۲۰۰۰)، لارو سوسک سیب‌زمینی (زپانیک و همکاران، ۲۰۰۱)، لارو پروانه کلم و شته (دلما و همکاران، ۲۰۱۷)، کنه‌های تارتن (کاوای و همکاران، ۱۹۹۹) کنه قرمز پا کوتاه چای در شرایط آزمایشگاه و باغ (پارسا و همکاران، ۱۳۹۸) ثابت شده است. بیشترین اثرات زیستی ساپونین علیه حشرات و آفات شامل کاهش جذب غذا، کاهش وزن، عقب‌افتادگی در رشد، کاهش تولیدمثل و افزایش مرگ‌ومیر است (گیتر و همکاران، ۲۰۰۷). به‌عنوان مثال غلظت‌های مختلف ساپونین بذر چای به جیره مصنوعی لارو کرم برگ پنبه برای ارزیابی مرگ‌ومیر، تغذیه، هضم و گیرنده‌های اکدیستروئید اضافه شد. افزودن ساپونین در غلظت کشنده به جیره غذایی لاروها باعث کاهش شاخص‌های تغذیه‌ای مانند قابلیت هضم، کارایی تبدیل غذای هضم شده، راندمان تبدیل غذای بلع شده، نرخ رشد و افزودن ساپونین در غلظت LC_{30} به جیره غذایی لاروها باعث کاهش آنزیم‌های گوارشی گردید (شکل ۸) (میر حق‌پرست و همکاران، ۲۰۲۰).

شکل ۸- اثرات زیستی ساپونین بذر چای بر روی (a) شفیره و (b) لارو (منبع: میر حق‌پرست و همکاران، ۲۰۲۰)

دگرآسیبی[1]

با توجه به مصرف گسترده و بی‌رویه سموم شیمیایی و به‌خصوص علف‌کش‌ها در دهه‌های اخیر، به‌کارگیری گیاهان دگرآسیب و بقایای آنها در خاک یا استخراج ترکیبات طبیعی بازدارنده رشد مانند ساپونین جهت کنترل گیاهان ناخواسته و فراهم آوردن شرایط مناسب رشد برای گیاهان به دلیل داشتن آلودگی کمتر برای محیط زیست به شدت مورد توجه قرار گرفته است. ترشح ساپونین از ریشه گیاه چای به خاک به‌عنوان یک واکنشگر فعال سطح، سبب بازدارندگی از رشد سایر گیاهان مانند علف‌های هرز می‌شود. در یک تحقیق فعالیت علف‌کشی ساپونین استخراج شده از بذر چای روی نهال‌های علف‌های هرز بررسی شد. نتایج نشان داد که ساپونین بذر چای دارای اثر بازدارندگی رشد در غلظت‌های بیشتر از ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر بر علف‌های هرز مانند علف آبی، علف دم‌روباه و شبدر سفید است. نتایج نهایی این تحقیق نشان داد که فعالیت علف‌کشی ساپونین بذر چای از علف‌کش‌های شیمیایی متداول مانند گلایفوزیت ضعیف‌تر است. بنابراین می‌توان از مخلوط ساپونین و علف‌کش‌های شیمیایی به صورت ترکیبی استفاده کرد (کوهاتا و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین در یک تحقیق بقایای گیاه چای به خاک اضافه شد نتایج نشان داد که با اضافه کردن ۲۴ و ۳۲ گرم از بقایای چای به یک کیلوگرم خاک،

[1] Allelopathy

وزن خشک ریشه، اندام هوایی و سطح برگ علف‌های هرز تاج خروس و دم‌روباهی طلایی به‌طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد. این موضوع دگرآسیبی بقایای چای را در خاک بر علف‌های هرز نشان می‌دهد (رضایی‌نودهی و همکاران، ۲۰۰۶).

اصلاح خاک و آب

ساپونین بذر چای به‌عنوان واکنشگر فعال سطح علاوه بر اثر زیستی ضد میکروبی، در مقایسه با سایر ترکیبات مانند کربن فعال بر پایه پلیمر یا زغال‌سنگ و نانو لوله‌های کربنی چند جداره، بهترین ترکیب طبیعی برای جذب فلزات سنگین و آلوده‌کننده‌های آلی محسوب می‌شود (شکل ۹). این اثرات باعث افزایش قابلیت جذب مواد غذایی از خاک یا آب آلوده می‌شود. از ساپونین بذر چای در اصلاح خاک به سه روش آبشویی، گیاهان انباشت کننده و میکروبی استفاده می‌شود. برای اصلاح خاک، عملکرد ساپونین در خاک‌های متفاوت بررسی و غلظت مورد نیاز ساپونین مطابق با آب‌وهوای منطقه و میزان آلودگی تعیین می‌گردد (یو و هی، ۲۰۱۸). بی‌فنیل‌های پلی‌کلردار و کادمیوم دو آلاینده خطرناک در خاک هستند. ساپونین بذر چای می‌تواند باعث جذب آلاینده‌های خاک شود، کارایی ساپونین از ترکیب اصلاح کننده تجاری اتیلن دی آمین تترا استیک اسید با نام EDTA در غلظت مشابه ۱ تا ۳ گرم در کیلوگرم خاک بیشتر گزارش شده است (گو و همکاران، ۲۰۱۸). در یک تحقیق بازسازی خاک با جذب ترکیبات آلوده‌کننده آلی و فلزات سنگین به کمک ساپونین بذر چای در یک سیستم حلال روغن و آب انجام شد و سپس با استفاده از گیاه‌پالایی با کشت علف ویتیور[1] عملکردهای زیستی خاک دوباره احیا گردید (ای و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین از ساپونین بذر چای برای حذف فلزات سنگین مانند سرب، مس و کادمیوم به ترتیب با راندمان جذب ۸۹/۹۵، ۸۱/۱۳ و ۷۱/۱۷ درصد از آب‌های آلوده به روش شناورسازی یونی[2] استفاده شده است (یوان و همکاران، ۲۰۰۸).

ضد پوسیدگی ریشه گیاهان

پوسیدگی ریشه یک تهدید جدی برای کشاورزی در سراسر جهان است که به‌طور مداوم باعث کاهش عملکرد و به خطر افتادن بقای محصول می‌شود. عامل پوسیدگی ریشه گیاهان پاتوژن‌ها یا عوامل بیماری‌زای باکتری‌ها، ویروس‌ها، اومیست‌ها و قارچ‌ها هستند (بودا، ۲۰۱۷). تأثیر ساپونین و سایر محصولات طبیعی با مطالعه اکولوژی میکروبی خاک و ریزوسفر (محیط اطراف ریشه) نشان داد افزودن ساپونین بذر چای به خاک اطراف ریشه به دلیل اثرات زیستی ضد عوامل بیماری‌زای گیاهی و جلوگیری از رشد قارچ‌های بیماری‌زا و غیر بیماری‌زا و اکثر باکتری‌های بیماری‌زا از پوسیدگی ریشه جلوگیری می‌کند (زابلوتوتیکز و همکاران، ۱۹۹۶).

پرورش آبزیان و از بین رفتن ماهی‌های ناخواسته

در سراسر جهان، کپور، ماهی آزاد، نیل تیلاپیا[3] و گربه‌ماهی رایج‌ترین گونه‌های ماهی هستند که در شرایط کنترل شده با حذف ماهیان رقیب در پرورش ماهی استفاده می‌شوند (ابدی هک و همکاران، ۲۰۲۲). ماهی نیل تیلاپیا یک ماهی خوراکی با رشد سریع و عملکرد بالا برای آب‌های گرم است. ساپونین بذر چای دارای اثرات زیستی مستقیم روی افزایش رشد وزنی این ماهی است. به‌عنوان مثال، افزودن ساپونین در غلظت ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم ساپونین بر هر کیلوگرم غذای ماهی نیل تیلاپیا می‌تواند باعث افزایش وزن ماهی در شروع رشد شود (حسین و همکاران، ۲۰۰۴). همین ماهی نیل تیلاپیا در پرورش استخرهای طبیعی آبزیان و میگو یک آفت محسوب شده و رقیب میگو و شکارچی موجودات اعماق دریا است. استفاده از دو غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار ساپونین در هفت غلظت شوری نشان داد با افزایش شوری آب بیشتر از ۱۴pt (شوری مایعات بدن) نیل تیلاپیاها در مدت کوتاهی مردند. اما تاثیری بر مرگ‌ومیر میگو مشاهده نشد (یاسیر و همکاران، ۲۰۲۱).

[1] Vetiver
[2] Ion flotation
[3] Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

شکل ۹-کاربرد ساپونین در جذب آلودگی‌های آلی و فلزات سنگین خاک

درمان بیماری‌ها در چهارپایان

نگرانی زیادی در مورد خطرات میکروب‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک و وجود باقی مانده‌های شیمیایی یا ضد میکروبی در مواد غذایی با منشأ حیوانی وجود دارد. تحقیقات نشان داده است که ساپونین‌ها به‌عنوان ترکیبات طبیعی به دلیل اثرات زیستی متعدد شامل افزایش نفوذپذیری غشای سلولی، تحریک سیستم ایمنی، کاهش کلسترول، جذب غذا، افزایش وزن، از بین رفتن تک‌سلولی‌ها و نرم‌تنان، میکروب‌کشی، خواص آنتی‌اکسیدانی، کاهش جذب ویتامین‌ها و مواد معدنی در روده، پایین آورنده قند خون، ضد درد، ضد قارچ و ضد ویروس باعث بهبود عملکرد نشخوارکنندگانی مانند گاو، گوسفند و بز می‌شوند. به‌عنوان مثال، افزودن ساپونین بذر چای به علوفه جو دوسر، باعث افزایش در میزان جذب مواد غذایی، عملکرد رشد، جذب عناصر غذایی، سنتز پروتئین میکروبی، اصلاح مطلوب و چربی خون در دام‌ها شد (جاداو و همکاران، ۲۰۲۰). تأثیر ساپونین بذر چای بر جمعیت میکروبی شکمبه نشخوارکنندگان نشان داد که تولید گاز متان به‌عنوان یکی از گازهای گلخانه‌ای با کاهش فعالیت تک‌یاخته‌های تولید کننده متان کاهش می‌یابد (گو و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین تحقیقات نشان داده است که می‌توان از ساپونین در فرمولاسیون واکسن‌های دامپزشکی به‌عنوان کمک ایمنی برای افزایش سیستم ایمنی بدن حیوانات استفاده کرد (دالزگارد، ۱۹۷۴).

درمان بیماری‌ها در انسان

نتایج مطالعات سم‌شناسی ساپونین بذر چای برای استفاده انسان نشان داد، ساپونین در تجویز وریدی با افزایش نفوذپذیری غشای پلاسما، باعث تجزیه گلبول‌های قرمز خون حیوانات آزمایشگاهی می‌شود و در تجویز دهانی، در دوزهای نسبتاً کم دارای اثرات دارویی است. ساپونین برای حیوانات خونسرد بسیار سمی است و برای پستانداران سمیت دهانی بسیار کمی دارد. این موضوع باعث شد از ساپونین‌ها در ساخت داروها استفاده شود (گو و همکاران، ۲۰۱۸). ساپونین‌های بذر چای به دلیل داشتن اثرات زیستی متعدد ضد سرطان (خان و همکاران، ۲۰۲۲)، ضد کلسترول خون (ژائو و همکاران، ۲۰۰۸)، تعدیل کننده سیستم دستگاه گوارش (شن، ۲۰۰۸)، ترشح پلی‌پپتید انسولینوتروپیک وابسته به گلوکز یا GIP[1] (یکی از هورمون‌های پپتیدی روده کوچک است که ترشح انسولین پس از مصرف غذا را افزایش می‌دهد) (زو و همکاران، ۲۰۲۲)، ضد التهاب (لیو و همکاران، ۲۰۱۴)، آنتی‌اکسیدان (چوی و همکاران، ۲۰۰۶)، محافظ نورون‌ها در بیماری آلزایمر (خان و همکاران، ۲۰۲۲) ضد چاقی (کیم و همکاران، ۲۰۱۴) ضد حساسیت (آکاگی و همکاران، ۱۹۹۷)، ضد سرفه (مینجی، ۱۹۹۵)، تکثیر لنفوسیت‌های T (لنفوسیت‌های T از انواع سلول‌های ایمنی بدن هستند که ساپونین‌ها با برهم کنش با آن‌ها موجب بیان و ترشح فاکتورهای رشد سلول‌های T می‌شوند) (باردواژ و همکاران، ۲۰۱۴) و تحریک کننده سیستم ایمنی (خان و همکاران، ۲۰۱۸) در درمان و پیشگیری از بیماری‌ها استفاده می‌شوند.

سایر کاربردهای ساپونین

خصوصیت کف‌کنندگی و شویندگی

کلمه ساپونین از کلمه ساپ به معنی صابون مشتق شده است و در تجارت از گیاهان دارای ساپونین برای شستشو استفاده می‌شود. ساپونین‌ها به دلیل داشتن خاصیت کم

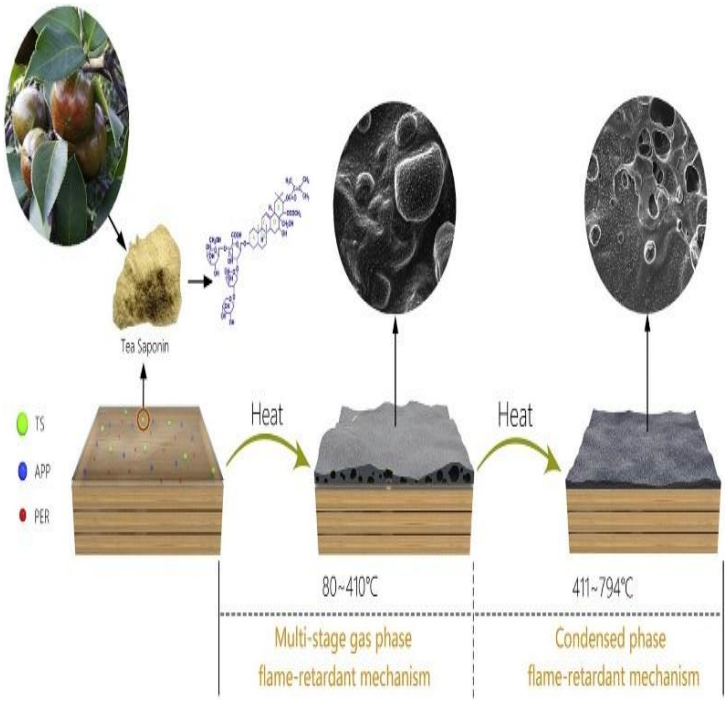
[1] Glucose-dependent insulinotropic polypeptide

کردن کشش سطحی، مواد کف‌کننده بسیار خوبی هستند و کف‌های بسیار پایداری را تشکیل می‌دهند (شکل ۱۰) (داز و همکاران، ۲۰۱۲) و در محصولات شوینده بدن مانند ژل‌های شستشو، شامپو، کف حمام، نرم‌کننده مو و پوست، شوینده‌های حمام، صابون‌های مایع، محصولات شوینده مخصوص کودکان، دهان شویه و خمیر دندان کاربرد دارند و به دلیل اثرات زیستی ضد پیری (یو و همکاران، ۲۰۰۳) و ضد آکنه (بمباردلی و همکاران، ۲۰۰۱) در صنایع آرایشی و بهداشتی و به‌عنوان تمیزکننده و محافظ پارچه در صنعت نساجی (هی و همکاران، ۲۰۱۳) از اهمیت زیادی برخوردار هستند.

پوشش ضد حریق

فناوری پوشش ضد حریق یک فناوری کارآمد در علم مواد است که برای ارائه فرمولاسیون مواد ضد حریق کاربرد دارد. ساپونین بذر به دلیل داشتن خصوصیت ضد اشتعال می‌تواند به‌عنوان پوشش ضد حریق معرفی شود، زیرا با خاصیت دمندگی و داشتن منبعی از اتم‌های کربن در هنگام حریق با تبدیل شدن به زغال و آزادسازی دود باعث مهار شعله و پایداری حرارتی می‌شود. ساپونین‌ها در دمای بالا ۸۰ تا ۴۱۰ درجه سانتی‌گراد به بخار و کربن و در دماهای بالاتر ۴۱۱ تا ۷۹۴ درجه سانتی‌گراد در ترکیب با سایر اجزای تشکیل دهنده به یک لایه کاملاً زغالی و متراکم تبدیل می‌شوند. لایه زغالی باعث جلوگیری از انتشار گرما و اکسیژن می‌شود و بازدارندگی شعله را افزایش می‌دهد (شکل ۱۱) (گو و همکاران ، ۲۰۱۸).

شکل ۱۰- خصوصیت کف‌کنندگی ساپونین



شکل ۱۱- خصوصیت ضد حریق (منبع: گو و همکاران ، ۲۰۱۸)

نتیجه‌گیری

در ایران بوته‌های چای در هر سال بعد از گلدهی بذرهای درشت و روغنی زیادی تولید می‌کنند و این بذرها در باغات رها می‌شوند. این در حالی است که ساپونین استخراج شده از بذر چای علاوه بر داشتن خصوصیاتی مانند واکنشگر فعال سطح، شویندگی و ضد حریق دارای اثرات زیستی متعدد در درمان بیماری‌های انسان، دام، طیور، آبزیان و گیاهان است. علاوه بر آن کاربردهای خوب و مؤثری در عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی، آبزی‌پروری، دام‌پروری، اصلاح خاک و آب، حفظ و نگهداری مواد غذایی و بهبود فرمولاسیون مواد آرایشی و بهداشتی دارد که با توجه به در دسترس بودن و هزینه کم می‌تواند در رشد و توسعه صنایع مربوط به کشت و فرآوری چای مفید واقع شود.

پیام ترویجی

با توجه به اثرات زیستی متعدد و کاربردهای جدید از ساپونین بذر چای، سرمایه‌گذاری روی محصولات جانبی بر پایه ساپونین می‌تواند باعث ایجاد ارزش افزوده برای چای‌کاران و همچنین رشد و توسعه صنایع مربوط به کشت و فرآوری چای شود.

منابع منتخب

۱. پارسا، ف.، رمزی، س.، آزادی، ر.، سراجی، ع. ۱۳۹۸. تأثیر ساپونین بذر چای بر مرگ و میر، ویژگی‌های زیستی و پارامترهای بیوشیمیایی کنه قرمز پا کوتاه چای. *مجله چای و دم‌نوش*، شماره اول، ۲۷-۲۰.

2. Akagi, M., N. Fukuishi, K. Tomoko, Y.M. Sagesaka and R. Akagi. (1997). Anti-allergic effect of tea-leaf saponinfrom tea leaves. *Biol. Pharm. Bull.* 20(5), 565-567.
3. Andresen, M. and N. Cedergreen (2010). Plant Growth Is Stimulated by Tea-seed Extract: A New Natural Growth Regulator. *Hortscience,* 45(12):1848–1853.
4. Anhui agricultural university AHA. 2009. *Tea saponin granular formulation for killing nematode and preparation method thereof.* CN101485308A.
5. Bhardwaj, J., N. Chaudhary, H. Jin Seo, M.Y. Kim, T.S. Shin and J.D. Kim. (2014). Immunomodulatory effect of tea saponin in immune T-cells and T-lymphoma cells via regulation of Th1, Th2 immune response and MAPK/ERK2 signaling pathway Biology, medicine. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, DOI:10.3109/0892317302014.909849.
6. Dolma, Sh.K., E. Sharma, A. Gulati and S.G.E. Reddy. (2017). Insecticidial activities of tea saponin against diamondback moth, plutella xylostella and aphid, aphis craccivora. *Toxin reviews*, http:/informahealth.com.
7. Guo, N., T. Tong, N. Ren, Y. Tu and B. Li. (2018). Saponins from seeds of Genus Camellia: Phytochemistry and bioactivity *Phytochemistry*, 149: 42-55.
8. Guo, Y.Q., J.X. Liu, Y. Lu, W.Y. Zhu, S.E. Denman and C.S. McSweeney. (2008). Effect of tea saponin on methanogenesis, microbial community structure and expression of *mcrA* gene, in cultures of rumen micro-organisms. *Applied Microbiology*, 47(5), 421-426.
9. Hayashi, K., Y. M. Sagesaka, T. Suzuki and Y. Suzuki. (2000). Inactivation of Human Type A and B Influenza Viruses by Tea-Seed Saponins. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 64(1): 184-186.
10. Joshi, R., S. Sood, P. Dogra, M. Mahendru, D. Kumar, Sh. Bhangalia, H.C. pal, N. Kumar, Sh. Bhushan, A.K. Glati, A. saxena and A. Gulati. (2013). In vitro cytotoxicity, antimicrobial, and metal-chelating activity of triterpene saponins from tea seed grown in Kangra valley, India. *Medicinal Chemistry Research*, 22, 4030–4038.
11. Kawai, A., M. Toshihiro, H. Hideki and K. Katsunori. (1999). Control effect of tea seed saponins against insect pests and mites. *Tea Research Journal*, 87: 7-12.
12. Khan, M.I., A. Abdulatef, J.H. Shin, J.S. Baek, M.Y. Kim, and J.D. Kim. (2018). Green Tea Seed Isolated Saponins Exerts Antibacterial Effects against Various Strains of Gram Positive and

Gram Negative Bacteria, a Comprehensive Study In Vitro and In Vivo. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 3486106, 12 pages.

13. Li, N., Z.J. Ma, Y. Chu, Y. Wang and X. Li. (2013). Phytochemical analysis of the triterpenoids with cytotoxicity and QR inducing properties from the total tea seed saponin of Camellia sinensis. *Fitoterapia*, 84, 321-325.
14. Long, Z. and L. Tong. (2012). The research on the extraction and purification technology of tea aponin. *Guangzhou Chemical Industry*, 48–13.
15. Meng, Y., X. Yuan, G. Zeng, and Y. Fang. (2005). Removal of Cadmium from wastewater with plant-derived biosurfactant tea saponin by ion flotation. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 25:1029-1033.
16. Mirhaghparasta, K., A. Zibaeea, J. Hajizadeha and S. Ramzi. (2020). Toxicity and physiological effects of the tea seed saponin on Helicoverpa armigera. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 25, 101597. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101597.
17. Morikawa, T., N. Li, A. Nagatomo, H. Matsuda and X. Li. (2006). Triterpene saponins with gastroprotective effects from tea seed (the seeds of Camellia sinensis). *J. Nat. Prod.*, 69: 185.
18. Murakami, T., J. Nakamura, H. Matsuda, and M. Yoshikawa. (1999). Bioactive saponins and glycosides. XV. Saponin constituents with gastroprotective effect from the seeds of tea plant, Camellia sinensis L. var. assamica Pierre, cultivated in Sri Lanka: structures of assamsaponins A, B, C, D, and E. *Chem. Pharm. Bull*, 47:1759e1764.
19. Wickramasinghe, R.L. (1972). By Products from tea seeds. *Journal of tea quarterly*, 43:85-87.
20. -Xia, H., Z. Chi and W. Yan. (2009). Cheng, Enhancing plant uptake of polychlorinated biphenyls and cadmium using tea saponin Bioresour. *Technol.*, 100, 4649-4653.
21. Ye, M., M. Sun, J. Wan, G. Fang, H. Li, F. Hu, X. Jiang and F. Orori Kengara. (2015). Evaluation of enhanced soil washing process with tea saponin in a peanut oil–water solvent system for the extraction of PBDEs/PCBs/PAHs and heavy metals from an electronic waste site followed by vetiver grass phytoremediation. *J. Chem. Technol.Biotechnol.*, 90: 2027-2035.
22. Yizhong, X. and A. Hongrong. (1990). the application of tea saponin on the decolorization and detergent [J]. *China Surfactant Detergent & Cosmetics.* 2: 46-48.
23. Yu, X. L., and Y. He. (2018). Tea saponins: effective natural surfactants beneficial for soil remediation, from preparation to application. *Royal Society of Chemistry Advances*, 8:24312.
24. Zhao, W., N. Li, X. Zhang, W. Wang, J. Li and Y. Si. (2015). Cancer chemopreventive theasaponin derivatives from the total tea seed saponin of Camellia sinensis. *Journal of functional foods*, 12, 192-198.