

بازنگری : آنتی اکسیدان ها در میوه ها و سبزیجات – بهداشت هزاره

خلاصه : تعدادی از مهیج ترین تحقیقات در دهه قبلی عبارت بوده اند از کشف گروهی از مواد غذایی که تاثیرات محافظتی علیه اکسیداسیون سلول داشته اند . این گروه های مواد غذایی به طور طبیعی یک سری ترکیبات رخ دهنده هستند که رنگ روشن را برای میوه ها و سبزیجات فراهم می سازند و همانند آنتی اکسیدان ها در بدن عمل می کنند و با این کار رادیکال های آزاد مضر را از بین می برند . تحقیقات همه گیر شناسی یک همبستگی مثبت را بین جذب میوه جات و سبزیجات و جلوگیری از بیماری هایی شبیه تصلب شرایین ، سرطان ، دیابت ها ، ورم مفاصل و همچنین پیر شدن نشان داده اند . از اینرو ، تاثیر میوه ها بر پیر شدن واضح و مسلم شده است و در نتیجه میوه ها را " اکسیر جوانی " نامیده اند که قادر به بهبود سلامتی بوده و از بیماری جلوگیری کرده و بیماری ها را تسکین می بخشند . فلاونید های فلونی ، لیکوپین ، کارتئونید ها و گلوکوزئید ها در میان بهترین موارد در میان همه بررسی ها قرار گرفته اند . بازنگری حاضر یکسری تاثیرات بالقوه میوه ها و سبزیجات غنی از آنتی اکسیدان ها ، مزایایی بهداشتی اشان و تاثیر پردازش در دسترس بودن زیستی این مواد غذایی را به طور برجسته نشان می دهند . همچنین یک سری بازنگری ها در مورد روش های مهمی ارایه گردیده اند که برای تعیین فعالیت آنتی اکسیدان بکار رفته اند .

کلمات کلیدی : فعالیت آنتی اکسیدان ، کارتئونید ها ، فلاونید ها ، رادیکال های آزاد ، فنول ها ، روش های پردازش، ویتامین ها

مقدمه :

سلامت بشر در سال های اخیر به طرز جالب توجهی از اهمیت بی سابقه ای برخوردار گشته است . سود های فزاینده در مورد تغذیه ، سلامتی جسمانی و زیبایی تا حد مبالغه آمیزی در زمینه رژیم و سلامتی بشر بیان شده است . الگوی بهداشت رژیم در حال ظهور بر جنبه های مثبت رژیم تاکید بیشتری داشته است . در حال حاضر ، غذا ها را

در وضعیتی از غذا های کارکردی فرض کرده اند که بایستی قادر به ارائه مزیت روانشناسی اضافی نظیر جلوگیری یا تاخیر شروع بیماری های مزمن و همچنین برآورده ساختن نیازمندی های تغذیه ای اساسی باشند . اکنون مطالعات تغذیه ای بر روی بررسی غذا ها در زمینه اقدامات محافظتی اشان و پتانسیل جلوگیری از بیماری بجای ویژگی های منفی نظیر شمارش میکروارگانسیم ، ناخالص ها ، اسید های چرب و غلظت آلودگی غیر الی تمرکز کرده اند . اخیرا ، مواد شیمیایی گیاهی در میوه ها و سبزیجات تا حد زیادی در این حوزه مورد استفاده قرار گرفته اند تا از بیماری هایی جلوگیری بعمل آورند که در نتیجه تنش اکسایش بوجود آمده اند . تنش اکسایش که رادیکال های اکسیژن آزاد را در بدن رها می سازد ، در تعدادی از بی نظمی ها از جمله نقص قلبی - عروقی ، آب مروارید ، سرطان ها ، روماتیسم ها و تعدادی از دیگر بیماری ها در کنار پیرشدن به موضوع پیچیده ای تبدیل شده است . این مواد شیمیایی گیاهی همانند آنتی اکسیدان ها عمل می کنند ، رادیکال های آزاد را از بین می برند و همانند ناجی های سلول عمل می کنند . مطالعات همه گیر شناسی به طور مستمر نشان داده اند که روابط مثبت شفاف بین خوردن میوه ها و سبزیجات و نرخ مرگ و میر کم ناشی از بیماری های قلبی ، سرطان های رایج و دیگر بیماری های فاسد کننده و همچنین پیری وجود داشته اند . قوی ترین سند به ریسک کاهش یافته سرطان ها ی دهان و گلو ، مری ، شش ، شکم و روده بزرگ مرتبط می باشد . همچنین داده های در دسترس یک حمایت قوی را در رابطه نقش محافظتی میوه ها و سبزیجات در محافظت در برابر سرطان پانکراس ، مثانه و پستان نشان می دهند (موسسه امریکایی تحقیق سرطان 1997) . این وضعیت را به واقعیتی نسبت می دهند که این غذا ها ممکن است ترکیب بهینه ای از مواد شیمیایی گیاهی نظیر آنتی اکسیدان های طبیعی ، فیبر ها و دیگر ترکیبات زنده را فراهم کنند .

رادیکال های آزاد و آنتی اکسیدان ها

رادیکال های آزاد

این موضوع که اکسیژن به عنوان یک چیز اساسی برای زندگی به حساب می آید و همچنین گزارش می شود که همچنین یک ماده سمی می باشد ، یک پارادکس و تضاد می باشد . سمی بودن اکسیژن به دلیل فرآیندی می باشد که رادیکال های آزاد را رها می کند . به نظر می رسد بتازگی رادیکال آزاد تا حد زیادی در هر چیزی از بروشور های

ویتامین گرفته تا تبلیغات لوازم آرایشی پدیدار می گردند. رادیکال های آزاد عبارتند از ملکول های بی نهایت ناپایدار واکنشی و پرنرژی دارای الکترون های جفت نشده. مثال هایی از اکسیژن استخراج شده از رادیکال های آزاد شامل سوپر اکسید (O_2^-)، هیدروکسیل (OH^-)، هیدروپروکسیل (HOO^-)، پیروکسیل (ROO^-) و رادیکال های آلکوکسیل می باشند. دیگر گونه های اکسیژن واکنشی متدوال تولید شده در بدن شامل اکسید نیتریک (NO^-) و آنیون پروکسی نیترات ($ONOO^-$) می باشند. رادیکال های آزاد به سرعت با دیگر ترکیبات واکنش می دهند و تلاش می کنند تا الکترون های مورد نیاز برای رسیدن به پایداری را بگیرند. معمولاً رادیکال های آزاد به نزدیک ترین مولکول های پایدار یورش برده و الکترون های آن را به سرقت می برند. زمانی که مولکول مورد حمله قرار گرفته است و الکترون اش را از دست می دهد، خودش بدون رادیکال آزاد می گردد و واکنش زنجیره را شروع می کند. به محض این که فرآیند شروع می گردد، این فرآیند می تواند آبخاری گردد و اکسیداسیون قبل از لپید شدن را شروع می کند که به بی ثباتی و گسیختگی غشاهای سلولی یا اکسیداسیون دیگر اجزای سلولی نظیر پروتئین و دی ان ای (DNA) منجر می گردد و در نهایت شکست سلول ها را ایجاد می کند (هالی ول و همکارانش 1995). اکسیداسیون ناشی از مجموعه های رادیکال های آزاد یک سری قابلیت ها را برای مبارزه با پیر شدن و بیماری جدی از جمله سرطان، ناراحتی کلیه، تصلب شرایین و بیماری های قلبی کاهش داده است (آمس 1983).

معمولاً بعضی از رادیکال های آزاد در طول متابولیسم رخ می دهند. سلول های سیستم ایمنی بدن در بعضی مواقع به طور هدفمندی آنها را می سازند تا ویروس ها و باکتری ها را خنثی سازند. بنابراین، فاکتور های زیست محیطی نظیر آلودگی، تشعشع، دود سیگار و علف کش ها همچنین می توانند رادیکال های آزاد را تولید کنند. از اینرو، رادیکال های آزاد از یک طرف می توانند تاثیرات سودمندی را رایج نمایند بلکه همچنین می توانند اکسیداسیون مضر را القاء کنند و سبب آسیب های سلولی جدی گردند اگر بیشتر از حد مجاز تولید شده باشند.

آنتی اکسیدان ها

بدن برای پرداختن به رادیکال های آزاد یا به اصطلاح ROS به سیستم دفاعی موثری مجهز است که این سیستم از انواع آنزیم ها و آنتی اکسیدان های با وزن مولکولی بالا و پایین تشکیل می گردد . رادیکال های آزاد توسط آنتی اکسیدان ها خنثی می شوند و این کار از طریق دادن یکی از الکترون هایش صورت می گیرد و واکنش دزدیدن الکترون خاتمه می یابد . خود آنتی اکسیدان ها از طریق دادن الکترون ها به الکترون های آزاد تبدیل نمی شوند چون آنها در هر فرمی پایدار هستند . آنتی اکسیدان ها همانند تمییز کننده ها عمل می کنند و نقش خانه دار را از طریق پاک کردن رادیکال های آزاد قبل از این که آنها شانس این موضوع را پیدا کنند تا ویرانی در بدن را ایجاد کنند ، ایفاء می کنند . از اینرو آنها ممکن است به خوبی به عنوان موادی تعریف گردند که قادر به غلبه یا باثبات کردن رادیکال های آزاد هستند .

همچنین آنتی اکسیدان ها برای این موضوع پیشنهاد شده اند که از نقش جلوگیری کننده ای خوبی برخوردارند . آنتی اکسیدان ها توسط اداره دارو و غذای ایالات متحده (FDA) به عنوان موادی تعیین شده اند که بواسطه به تاخیر انداختن فساد ، ترشیدگی یا رنگ رفتگی از غذا محافظت می کنند که با اکسیداسیون ایجاد شده اند (دزیزاک 1986) . پرواکسیداسیون لیپید از جمله واکنش های فاسد کننده مهم غذا ها در طول فرآوری و نگهداری غذا ها محسوب می گردد . مواد سمی که از طریق پرواکسیداسیون لیپید شکل گرفته اند ، ممکن است به تاثیرات مغایر نظیر تولید سرطان ، موتاجنسیس DNA سلول و پیر شدن منجر گردد . از اینرو ، آنتی اکسیدان ها مطابق با شیوه عملکرد اشان همچنین ممکن است همانند ترکیباتی دسته بندی شده باشند که به زنجیره رادیکال ازاد از طریق دادن الکترون یا هیدروژن به چربی حاوی رادیکال ازاد و به شکل گیری ترکیب بین زنجیره چربی و رادیکال آزاد خاتمه بخشند . آنتی اکسیدان ها می توانند زنجیره رادیکال ازاد واکنش های اکسایشی را از طریق مشارکت دادن هیدروژن از گروه های هیدروکسیل فنولیک متوقف سازند ، خودشان یک سری رادیکال های آزاد پایدار را شکل می دهند که اکسیداسیون بیشتر لیپید ها را شروع نمی کنند یا اکسیداسیون بیشتر لیپید ها را منتشر می کنند . بعضی از آنتی اکسیدان های ترکیب شونده مهم در این رده عبارتند از هیدروکسیزیل بوتیلیت (BHA) ، بوتیلیت هیدروکسی تولوئن (BHT) ، TBHQ ، پروپیل گالیت (PG) و توکوفرلوس .

کل فعالیت آنتی اکسیدان بواسطه جداساز های رادیکال آزاد نمی باشد . عوامل کاهش دهنده که از طریق تغییر شکل اتم های هیدروژن عمل می کنند همچنین به عنوان رباینده های اکسیژن دسته بندی شده اند . تعدادی از اینها عبارتند از پلامیتید اسکوربیل ، سولفیت ها ، اسید اسکوبیک ، اکسیداز گلوکز و اسید اریتروبیک . این مواد برای این که در غذا ها موثر باشند ، بایستی در طول ساخت و تولید یا به محصولات مصرفی اضافه گردند . هیچ نوع آنتی اکسیدان تکی یک نوشدارو را برای فساد اکسیداسیون تمامی محصولات غذایی پیشنهاد نمی کند . انتخاب یک آنتی اکسیدان مناسب به نظر می رسد تا از طریق سازگار پذیری بین تاثیر و ویژگی های مرتبط با غذای محصول مشخص گردد . از اینرو ، آنتی اکسیدان های ترکیبی بطور کلی عبارتند از ترکیباتی با ساختار های فنولی و درجات مختلف جایگزین های الکیلی . توکو فرول و اسید اسکوبیک بطور گسترده ای به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی استفاده شدند اما فعالیت اشان بسیار کمتر از آنتی اکسیدان های ترکیبی می باشد (نیشینا و همکاران 1991) .

همچنین آنتی اکسیدان ها را chelator می نامند که یون های فلزی نظیر مس و آهن را ترکیب می کنند که اکسیداسیون لیپید را تسریع می سازند ؛ رباینده های اکسیژن یا ان ترکیباتی که با اکسیژن در سیستم های بسته واکنش می دهند و آنتی اکسیدان های ثانویه که از طریق تفکیک هیدروپروکسید ها ی عمل می کنند (شهیدی و واناسوندام 1992) .

استفاده از بعضی آنتی اکسیدان های ترکیبی در سال های اخیر به دلیل تاثیرات سمی و سرطان زایی اشان محدود شده است (فرانکل و همکاران 1995 ؛ گزانی و همکاران 1998 ؛ یان و همکاران 1998) . این نگرانی از علاقمندی زیاد به بررسی اثربخشی ترکیبات رخ دهنده طبیعی همراه با ویژگی های آنتی اکسیدان منتج شده است (دوح و همکاران 1992 ؛ ین و همکاران 1996 ؛ میاکه و شیباموتو 1997) . تعدادی از اجزای تشکیل دهنده گیاه را به دلیل داشتن تاثیرات مثبت در زمانی مورد تایید قرار داده اند که در برابر ترکیبات واکنشی اکسیژن در سیستم های بیولوژیک تست شده اند . تعدادی از محصولات فرعی گیاهی نظیر میوه های بادام زمینی ، بذر های خرنوب ، پوست های مرکبات و بذر ها و عصاره های ریشه جو سببخاطر تاثیرات بالقوه آنتی اکسیدان اشان مورد بهره برداری قرار گرفته اند (بوکو و همکاران 1998 ؛ بونلی و همکاران 2000) . از اینرو ، آنتی اکسیدان های طبیعی موجود در

غذا ها و دیگر مواد شیمیایی به دلیل ایمنی فرضی و تاثیرات غذایی و درمانی بالقوه از توجه شایان توجهی برخوردار شده اند (استینبرگ 1991 ؛ آمس و همکاران 1993). غذاهایی که غنی از آنتی اکسیدان ها می باشند ، نشان داده اند از نقش اساسی در جلوگیری از بیماری قلبی و عروقی (رنوند و دلورگرلی 1992 ؛ فورهمان و همکاران 1995) ، سرطان ها (دراگست و همکاران 1993 ؛ وارگوویچ 2000) ، بیماری های تخریب کننده عصبی برخوردار شده اند ، اکثر موارد به خوبی شناخته شده اند که از این بین می توان به بیماری های پارکینسون و آلزایمر و همچنین التهاب و مشکلات ناشی از پیری پوستی و سلول اشاره نمود (امس و همکاران 1993 ؛ گولجاک و همکاران 1999 ؛ پریور و کائو 2000).

مشخصه های شیمیایی آنتی اکسیدان ها از جمله قابل حل بودن ، توانایی احیاء کنندگی ، روابط ساختاری و فعالیتی و در دسترسی زیستی آنها از جمله فاکتور های مهم در زمانی هستند که نقش اشان را در سلامت انسانی مورد بررسی قرار می دهند . این که چه عوامل تشکیل دهنده رژیم غذایی مسئولیت این فعالیت را برعهده دارند به طور قطع مشخص نیستند اما آنتی اکسیدان های به خوبی شناخته شده نظیر ویتامین C و E یا β -carotene اغلب فرض می شوند تا در محافظت مشاهده شده علیه بیماری ها نقش دارند (گای و همکاران 1991 ؛ استاهلین و همکاران 1991 ؛ استینبرگ 1991 ؛ آمس و همکاران 1993 ؛ ویلت 1994 ؛ برنینگ و هنکنس 1997 ؛ ویلوگلو و همکاران 1998). بنابراین ، نتایج حاصل از آزمایش های مداخله که رژیم های غذایی در این آزمایشات با آنتی اکسیدان ها تکمیل شده اند ، به طور انحصاری دارای اثر محافظتی نمی باشند (وان پوپل و همکاران 1995 ؛ هنکنس و همکاران 1996 ؛ اومن و همکاران 1996 ؛ پریمه و همکاران 1997). شواهد جدید اپیدمیولوژیکی نشان می دهند که تاثیرات فرضی سودمند مصرف زیاد میوه ها و سبزیجات در برابر بیماری های سرطان و پیرشدن ممکن است به دلیل وجود این آنتی اکسیدان ها انحصاری نباشند (هرتوگ و همکاران 1992 ؛ کنکت و همکاران 1997) اما دیگر موارد شیمیایی گیاهی گنجانده شده در میوه جات و سبزیجات ممکن است به طور مساوی مهم باشند (بیدلاک 1998). خوردن کافی این رباینده های رادیکال آزاد برای جلوگیری موثر این بیماری های نابود کننده مهم می باشد (بلاک و همکاران 1992 ؛ کانار و همکاران 1994). دیگر آنتی اکسیدان های طبیعی می توانند ترکیبات

فنولی نظیر فلاونید ها و اسید های فنولی یا ترکیبات نیتروژنی نظیر آلکالوئید ها ، مشتقات کلروفیل ، آمینو اسید ها و آمین ها باشند . این مواد ممکن است به عنوان اطفاء کننده های اکسیژنی یا آنتی اکسیدان های شکننده زنجیره عمل کنند . مواد شیمیایی گیاهی معین به نظر می رسد سرطان را در شروع از طریق بلوکه کردن انزیم هایی که سرطان را قدرتمند می سازند یا از طریق جلوگیری از انواع مواد سرطان زایی که سرطان را شروع می کنند ، متوقف سازد . دیگر مواد شیمیایی گیاهی از طریق آسیب رساندن به سلول ها ، بافت ها و اندام ها از طریق کمک به بدن برای تولید انزیم هایی مانع سرطان زایی می گردند که مواد مولد سرطان را از بین می برند . با اینحال مواد دیگر از طریق مداخله در تولید مثل سلول ها باعث خنثی شدن شیوع سرطان می گردند که از قبل در معرض مواد سرطان زاء بوده اند . سند مستدلی وجود دارد که بطور خاص در یک رده یعنی فنول های گیاهی می توانند احتمالا از طریق ارایه اهداف جایگزین برای حمله از طریق مواد سرطان زاء مانع نزدیکی DNA می شوند (نیومارک و همکاران 1984 ؛ تیل ئ کاستونگای 1992) . اخیرا وارگوویچ (2000) تلاش کرده است تا نگرش موثر در مورد اسناد و مکانیزم عملکرد میوه جات و سبزیجات را در کاهش خطر سرطان ارایه کند .

همچنین دانشمندان نشان داده ند که آنتی اکسیدان هایی شبیه ویتامین E و B-carotene ممکن است در کمک به تاخیر اپیزود های اولیه بی نظمی های ایمنی عمومی در بعضی پروتئین ها از طریق توسعه دوره بین ابتلاء و بروز نشانه های کلینیکی سودمند باشند . در این زمینه می توان از ابتلاء به ویروس اچ آی وی و بروز بیماری ایدز نام برد جایی که آنتی اکسیدان ها می توانند در محدود کردن سمی بودن دارو و کاهش تولید زنجیره های اچ آی وی مقاوم در برابر دارو کمک کنند (بارانویترز و همکاران 1996) . مزیت سند در این زمینه است که به تغذیه انسان و تحقیق پزشکی در بررسی نقش آنتی اکسیدان های مرتبط با رژیم غذایی در حفظ سلامتی و جلوگیری از بیماری ماهیت بخشیده است و برای بررسی پایش ترکیبات آنتی اکسیدان ها در میوه جات و سبزیجات یک نیروی محرکه می باشد (بیدلاک 1998) .

میوه جات و سبزیجات به عنوان منبع طبیعی آنتی اکسیدان ها

میوه ها و سبزیجات حاوی سطوح چشمگیری از اجزای فعال بیولوژیکی هستند که از مزایای سلامتی بهره مند هستند که فراتر از مواد غذایی هستند (اوماح و مازا 2000). این اجزای فعال بیولوژیکی از جمله منابع مهم آنتی اکسیدان های رژیمی هستند که ظرفیت آنتی اکسیدان پلاسما را افزایش می دهند و می توانند از تصلب شرایین و بیماری های مرتبط در انسان جلوگیری کنند (کائو و همکاران 1998). از اینرو مصرف میوه ها و سبزیجات نشان داده است که با نرخ مرگ و میر کمتر ناشی از سرطان در چندین گروه انسانی و مطالعات کنترل موردی برای تمامی انواع سرطان های رایج مرتبط بوده است (دول 1990 ؛ آمس و همکاران 1993 ؛ دراگستد و همکاران 1993 ؛ ویلت 1994). تاثیرات ضد تومورزایی سبزیجات در آزمایشات با استفاده از سلول ها مشخص شده اند (برسینک و همکاران 1992 ؛ واتنبرگ و کوکین 1991). همبستگی منفی بی نهایت چشمگیری بین خوردن میوه ها و سبزیجات ، بیماری های قلبی و مغزی عروقی و مرگ و میر وجود داشته است (آچسون و ویلیامز 1983 ؛ ورنلنگیری و همکاران 1985). گیاه خوار ها و غیر گیاه خوار ها که میوه ها و سبزیجات را تا حد زیادی در سیستم غذایی اشان گنجانده اند به کرات در مورد کاهش فشار خون گزارش داده اند (آسچریو و همکاران 1992). اجزای رژیمی کاملا بررسی شده میوه ها و سبزیجات که به عنوان آنتی اکسیدان عمل می کنند عبارتند از فیبر ، پلی فنول ها ، فلاونید ها ، ایزومر های مزدوج اسید لنولئیک ، D-Limonene ، اپی گالوکاتچین ، gallate ، پروتئین سویا ، ایزوفلاوان ، ویتامین های A ، B ، C ، E ، توکوفرول ها ، کلسیم ، سلنیوم ، کلروفیلین ، آلیفارین ، سولفید ها ، کاتچین ، تتراهیدروکروکومین ، سیسامونیل ، گلاتاتوین ، اسید اوریک ، ایندول ، تیوکیاناتس و بازدارنده های پروتاس (کاراکایا و کاواس 1999). این ترکیبات ممکن است به طور مستقل یا به صورت ترکیبی همانند عوامل ضد سرطان یا محافظت کننده قلبی از طریق انواع مکانیزم ها عمل می کنند .

تعدادی از مهم ترین آنتی اکسیدان های طبیعی موجود در میوه ها و سبزیجات در زیر مورد بحث قرار می گیرند که نشان داده اند از نقش حیاتی در جلوگیری از انواع بیماری ها برخوردارند.

پلی فنول ها

پلی فنول ها در واقع متابولیت های گیاهی ثانویه هستند و با کیفیت های غذایی مطلوب و غیر مطلوب ارایه می گردند. این مواد را از نظر تاریخی مواد ضد غذایی به حساب آوردند چون بعضی از این مواد ها (تانن ها) نشان داده اند که تاثیرات ناسازگار در متابولیسم دارند اما اخیرا شناخت ویژگی های ضد اکسیداسیون این فنولیک ها یک تفکر مجدد را به سمت مزایای سلامتی این متابولیت های ثانویه برمی انگیزند (براوو 1998). پلی فنول ها بخش عمده ای از فعالیت آنتی اکسیدان را در زمانی توجیه می کنند که با اسید اسکویک در میوه ها مقایسه شدند (وانگ و همکاران 1996 ؛ دیگتون و همکاران 2000).

عمدتا ویژگی های آنتی اکسیدان فنولیک ها به دلیل ویژگی های اکسایش- کاهش آنها می باشد که به انها اجازه می دهد تا همانند عوامل کاهنده ، اهداکننده های هیدروژن و اطفاء دهنده اکسیژنی عمل کنند (رایس - اوانس و همکاران 1997). اگر پلی فنول بتواند دو وضعیت را برآورده کند ، ماده پلی فنول را می توان فقط به عنوان آنتی اکسیدان تعریف نمود ، اولاً زمانی که در غلظت پایین نسبت به جزء پایین وجود دارند که قرار است ان را اکسید کند بتوان به تاخیر انداخت و ثانیاً زمانی که رادیکال های حاصله شکل گرفته بعد از پاک کردن بایستی پایدار باشد . پلی فنول ها می توانند از طریق پیوند هیدروژنی درون مولکولی یا از طریق اکسایش بیشتر پایدار گردند .

پلی فنول ها همانند هیدروژن اهداکننده آنتی اکسیدان ها و همچنین همانند کی لیت کننده های یون های فلزی و بسته به ساختار دقیق اشان عمل می کنند و از شکل گیری کاتالیزور شده شروع کننده گونه های رادیکال جلوگیری می کند (سلاح و همکاران 1995). این موضوع شناخته شده است که میزان گلیکوزیده شدن تا حد زیادی تحت تاثیر ویژگی های آنتی اکسیدان ماده مرکب می باشد ، برای مثال آگلیکون های کوستین و میریسیتین نسبت به کلگوزید هایشان فعال تر بودند . مکانیزم پاک کننده ای مولکولی این مولکول ها تا حد زیادی به ساختار شیمیایی فضایی مرتبط می باشد . کاتچین ها و اپیمرهایشان به عنوان آنتی اکسیدان های قدرتمند برای حذف مستقیم رادیکال های انیون اکسید سوپر بکار می روند . اصولاً این مواد را فلاونید ها و بعضی ترکیبات مربوطه می نامند (ولیامسون و همکاران 1998). فلاونید ها عبارتند از رده بزرگی از ترکیبات حاضر در گیاهان که معمولاً به عنوان گلیکوزید ها رخ می دهند . غلات و همچنین سبزیجات و میوه ها به عنوان منبع رژیم غذایی مهم ممکن از انواع

فلاونیدها شناسایی شده اند (ملترز و مالتروود 1997؛ اندلوئر و فروست 1998؛ پیرو و کائو 2000). پلی فنول گیاهی با وزن مولکولی بالا (تانن ها) در میان فلاونیدها برای سلامت انسانی بسیار مهم می باشد (هاگرمین و همکاران 1998). آنتوکیانین، فلاونل ها و ایزوفلاونل ها با فعالیت ضد سرطان زاء در حیوان و سیستم های سلولی مرتبط بوده اند. هاگرمین و همکاران (1998) نشان داده اند که تانن ها می توانستند دارای نقش های منحصر به فرد باشند که هم می توانند آنتی اکسیدان وهم محافظت کنندگان دیگر مواد غذایی از آسیب های اکسایش باشند. سندی در این زمینه جمع اوری گردید که جذب فلاونئیدهای رژیمی را در انسان ها و همچنین مشارکت های چشم گیرشان را در ظرفیت آنتی اکسیدان میوه جات و سبزیجات ثابت می کند. از اینرو، این ترکیبات نشان داده اند که در واقع مزایای سلامتی مشاهده شده با مصرف فزاینده میوه ها و سبزیجات بر عهده آنها می باشد.

میوه ها و سبزیجات غنی از پلی فنول ها

میوه جات

بخش عمده کاربرد مورد پتانسیل آنتی اکسیدان میوه جات به انگور ها و میوه های توت و آب میوه ها محدود شده اند. فلاونیدها و دیگر فنولیک ها موجود در انگورها و محصولات انگور نشان داده اند که دارای تاثیرات ضد سرطان زایی، ضد تورمی، ضد سمی شدن کبد، آنتی باکتریال، ضد ویروس، ضد آلرژیک، ضد لخته شدن خون و ضد اکسیداسیون می باشند. آب میوه تجاری نیز نشان داده است که دارای مزایای سلامتی فنول های انگور در جلوگیری از دانسیته پایین اکسیداسیون لیپوپروتئین (LDL) می باشند (دای 1998).

انگور ها و شراب حاوی مقادیر زیادی از پلی فنول ها هستند که مهم ترین موارد موجود عبارتند از اسید کافتاریک، استر تارتاریک اسید از اسید کافئیک، کاتچین flavan-3-ol و رنگدانه آبی - قرمز malidin-3-glucoside. برخلاف دیگر رده های فلاونیدها، معمولا flavan-3-ols تکپار در شکل آزاد بجای شکل گلوکوزید شده یا استری شده در میوه وجود دارد. انگور در میان آب میوه های تجاری نشان داده است که از بالاترین فعالیت آنتی اکسیدان نسبت به آب توسرخ، گوجه فرنگی، پرتغال و سیب برخوردار می باشد (وانگ و همکاران 1996).

توت ها نه تنها خوشمزه ، غذای کم انرژی هستند بلکه همچنین منبع غنی ویتامین های آنتی اکسیدان ، فیبر و ترکیبات فنولیک متنوع هستند . بخش عمده توت ها بررسی شده دارای سطوح مشابه یا بالاتر فلاونید ها و اسید های فنولی نسبت به میوه جات عموماً مصرف شده هستند (تورون 2000) . پروانتوکیانیدیس یا تانن های فشرده موجود در توت های آبی مشخص شده اند که مسئولیت جلوگیری از عفونت های جهاز ادراری ناشی از E.coli را برعهده دارند . عصاره های توت های سیاه نسبت به تمشک های قرمز ، گیلاس های شیرین یا توت های آبی در اکسیداسیون LDL فعال تر بودند نظر به این که گیلاس های شیرین نسبت به دیگر موارد در اکسیداسیون لیپوزوم فعال تر بودند (هاینونن و همکاران 1998) . گروه های جانبی فلاونید های اصلی در توت ها عبارتند از آنتی سیانین ها ، پروآنتوسیانین ها ، فلاونن ها و کاتچین ها (وانگ و همکاران 1997) . اسید فنولی موجود در توت ها و میوه جات عبارتند از مشتقات هیدروکسیلی اسید بنزوئیک و اسید سینامیک . (ماچئیکس و همکاران 1990) . گلوکوزید-3 و گالاکتوزید-3 دلفینیدین ، پتینیدین ، سیانیدین و پی.نیدین عبارتند از آنتوسیانین های اولیه که شناسایی شده اند . همبستگی قوی بین فعالیت آنتی اکسیدان و کل فنولیک ها مشاهده شده اند (کائو و همکاران 1996 ؛ وانگ و همکاران 1996 ؛ پریور و همکاران 1998) . توت های با رنگ ارغوانی تند نظیر سنگروی سیاه ، آرونیا و زغال اخته دارای غلظت های فنولی بالاتر نسبت به سماق های کوهی مایل به زرد و cloudberry هستند اما تفاوت چشمگیری بین فعالیت های آنتی اکسیدان آنها مشاهده نشده است . توت های آبی یکی از غنی ترین منابع آنتی اکسیدان هستند که تاکنون بررسی شده اند و از ظرفیت آنتی اکسیدان تا حد $45.9 \mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ می باشند . تفاوت در فعالیت آنتی اکسیدان در زمانی که تحت شرایط تست شده باشند ممکن است به دلیل اختلافات در فعالیت های ترکیبات فنولیک و واکنش های مبارزه جویانه اشان با دیگر آنتی اکسیدان ها وجود داشته باشد . گزارش شده است که توت فرنگی پانزده برابر بیشتر از مجموع ظرفیت آنتی اکسیدان ترولکس در یک سیستم مدل رادیکال پیروکسول مصنوعی برخوردار می باشد (وانگ و همکاران 1996) . عصاره های توت های سیاه و مویز های سیاه و قرمز ، توت های آبی و تمشک های سیاه و قرمز دارای فعالیت پاک کنندگی بالای قابل ملاحظه ای نسبت به رادیکال های اکسید سوپر تولیدی شیمیایی هستند (کنستانینو و همکاران 1992) . معمولاً

اسید های هیدروکسی سینامیک موجود در میوه ها نشان داده اند که از توانایی جلوگیری از اکسیداسیون LDL در محیط آزمایشگاه برخوردارند (مایر و همکاران 1998) .

آلو بخارا ها و آب آلو بخاراها از دیگر منابع عالی آنتی اکسیدان های رژیمی هستند (داناون و همکاران 1998) . هیدروکسی سینامیت ها ، نئوکلوژنیک و اسید کلروژنیک از جمله آنتی اکسیدان های برجسته بازدارنده اکسیداسیون LDL هستند .

آب انار که همچنین دیگر آب میوه غنی از پلی فنول می باشد ، به دلیل داشتن فعالیت های مهم بیولوژیکی ، آنتی اکسیدانی و antimoural ، در سال های اخیر معروف و معروف تر می گردد (لانسکی و همکاران 1998 ؛ شوپرت و همکاران 1999 ؛ گیل و همکاران 2000) . دسته خانواده مرکبات از جمله گروه دیگری هستند که بواسطه داشتن مقادیر زیاد فلاونن گلیکوزید شناخته می شوند که در دیگر میوه ها یافت نمی شوند . لیمونوید ها که گروهی از مشتقات تربترین مربوطه شیمایی موجود در میوه های مرکبات بزرگ و سبزیجات هستند ، به عنوان عامل بازدارنده در برابر انواع بیماری های سرطان و تصلب شرایین در انسان ثابت شده اند (کروول 1997 ؛ گولد 1997 ؛ وینسون و همکاران 1998 ؛ اودو و همکاران 1999) . همچنین دانه ها و پوست های مرکبات نشان داده اند که دارای فعالیت آنتی اکسیدان بالا می باشند (بوکو و همکاران 1998) . ترپن ها از طریق پارتیشن بندی کردن خودشان درون غشا های چربی بوسیله زنجیره های کناری کربنی طولانی اشان با رادیکال های آزاد واکنش می دهند . پوست لیمو حاوی دو گلوکوزید فلاونن ، هسپریدین و اریوکرترین می باشد . نارینجین در آب انگور برجسته می باشد و با نارپروتین همراه است . همچنین نارینجین در راستای دیگر نئو هسپریودوسیاید ها در آب نارنج برجسته است . فقط 7- β -rutinosides در پرتغال شیرین وجود دارند . همچنین میوه های مرکبات حاوی چندین فلاون نظیر نوبلنتین و سیننسیتین در پوست پرتقال می باشند . دیگر خانواده فنول ها که در مرکبات یافت می شوند را فنیل پروپانوئید می نامند . گسترده ترین اجزای فنولی در بافت های گیاهی عبارتند از اسید های هیدروکسی نامیک نظیر اسید پی-کوماریک ، اسید کافئیک و اسید فرولیک . فیتوسترول ها عبارتند از دیگر دسته فرعی مهم ترپن و دو مولکول استرول که توسط گیاهان ترکیب می گردند عبارتند از بی - سیستترول و گلوکوزید اش . این دو مولکول در

حیوانات کار ضد تورمی ، تب بر و فعالیت معتدل کننده سیستم ایمنی را برعهده دارند (هرتوگ و همکاران 1993 ؛ میماکی و همکاران 1998 ؛ بویس و لمپرچت 1999) .

لیو (2000) در یافته اخیر نشان داد که مواد شیمیایی گیاهی نظیر اسید های فنولی و فلاونید ها از سیب ها دارای فعالیت آنتی اکسیدان بسیار قوی در سلول های سرطان کبد و روده بزرگ می باشند . زمانی که پوست سیب در نمونه های تست منظور گردید ، تاثیرات ضد سرطانی به طور چشمگیری بیشتر بود . همچنین رنچر (2000) در مورد ظرفیت آنتی اکسیدان سیب ها گزارش داده است .

گونه های *Rubus* با توانایی آنتی اکسیدان $0 \text{ to } 25.3 \mu\text{mol Trolox eq g}^{-1}$ و غلظت فنول بالا تا 4.5 g kg^{-1} برای بهبود ارزش غذایی از طریق برنامه های ارتقای گونه ها پیشنهاد شده اند .

شراب

شراب به دلیل اثر طبیعی معروف به " پارادکس French " از نقش مهمی در رژیم غذایی برخوردار می باشد . پارادکس French به یافته اپیدمیولوژیکی اشاره می کند که مرگ و میر بیماری قلبی تصلب شرایین در بخش های معینی از فرانسه علی رغم جذب بالا چربی های اشباع شده و سطوح کلسترول پلاسما نسبتا بالا و با توجه به جمعیت منطقه بسیار پایین بود (رنود و دلورگرلی 1992) . شراب قرمز نشان داده است تا که مانع اکسیداسیون LDL انسان در محیط آزمایشگاه می گردد (فرانکل و همکاران 1993 ، 1995 ؛ تیسدره و همکاران 1996) . توانایی فنولیک های شراب برای جلوگیری از اکسیداسیون LDL به عنوان مکانیزم ممکن پیشنهاد شده است که پارادکس French را توضیح می دهد .

عمدتا مواد فنولیک در شراب از انگور ها نشات می گیرند و شامل غیر فلاونید هایی نظیر هیدروکسی سینامیت ها ، هیدروکسی بنزوئیک ها و استیلین بعلاوه فلاونید هایی نظیر کاتچین ، انتوسیانین ، فلاونل ها و تانن های پلی فنول هستند . بنابراین ، فرم فنولیک شراب به دلیل تغییرات مهمی که در طول فراوری برای تولید شراب اتفاق می افتند ، همانند فرم انگور های تازه نمی باشد (سینگلتن 1982) . مایر و همکاران (1997) نشان داده اند که فعالیت

انتی اکسیدان ترکیبات فنولیک استخراج شده از انگور های تازه در سطح بالای قرار دارند ، در واقع از نظمی یکسان با شراب برخوردار می باشد .

فعالیت انتی اکسیدان شراب های تولید شده از مخلوط های کشمش های سیاه و سنگروی های سیاه برتر از شراب های توت ها و میوه و همچنین شراب قرمز بودند و فعالیتی همانند توکوفرول دارند . شراب قرمز به دلیل داشتن ترکیبات فنولیک از پتانسیل انتی اکسیدان زیادی برخوردار می باشد (تانن ها و آنتی سیانین ها) که به مقادیر کافی موجود هستند تا فعالیت پاک کنندگی رادیکال آزاد بهینه ترکیبات را تضمین کنند و حتی اقدام ترکیبی بین آنها منجر به تاثیر همکاری کننده این پلی فنول ها می گردند (گائلوچاک و همکاران 1999) . تاثیر محافظتی شراب های قرمز در سلول های کبدی در کبد ها ی موش های صحرایی که با رادیکال های آزاد بمباران شده بودند ، همچنین در طول تست های ایمنی شناسی شیمیایی نشان داده شده اند .

سبزیجات

در مورد فعالیت های آنتی اکسیدان سبزیجات یک سری گزارش های کمی دریافت شده است (پریور و کائو 2000) . سیر ، کلم بروکلی (الشیخون و همکاران 1995 ؛ کائو و همکاران 1996) ، قارچ ، کلم سفید و گل کلم (گزانی و همکاران 1988) ، لوبیا های قرمز و چشم بلبلی (وینسون و همکاران 1998) ، لوبیا ها ، چغندر و غلات (کاهکون و همکاران 1999) دارای فعالیت آنتی اکسیدان بالا هستند . سبزیجات دیگر نظیر کلم پیچ ، اسفناج ، جوانه یونجه ، برکلی ، چغندر ها ، فلفل کوبیده ، پیاز ، غلات ، بادمجان ، گل کلم و خیار دارای منبع غنی آنتی اکسیدان می باشند . سطوح بالا کورستین در پیاز ، کلم پیچ ، گوجه و انواع معین کاهو مشخص شده اند (هرتاگ و همکاران 1992 ؛ کروزیرو و همکاران 1997 ؛ جاستیسن و همکاران 1998) . سطح کمپفرول در کلم پیچ ، بروکلی و کاسنی بالا می باشد .

همچنین عصاره های سیر به عنوان عوامل بالقوه قلبی - عروقی و ضد سرطان استفاده می شوند . ماده آلیسینی که در زمان فشرده شدن میخک های سیر تولید شدند ، به طور آنی تجزیه می شوند تا سولفور حاوی ترکیبات با فعالیت شیمیایی بازدارنده را شکل دهند . قارچ ها ، کلم سفید ، گل کلم و سیر دارای فعالیت اثبات شده محافظتی قوی در

برابر تعدادی از بیماری ها هستند (گازانی و همکاران 1998). سبزیجات Allium حاوی سطوح بالا فلاونید ها هستند . فلاونل ها که رادیکال های آزاد را پاک می کنند ، در پوست پیاز وجود دارند .

مغز ممکن است بطور ویژه در برابر تاثیرات آسیبی رادیکال های آزاد آسیب پذیر باشد چون برای شروع دارای کمبود نسبی آنتی اکسیدان می باشد . رژیم غذایی غنی از سبزیجات و میوه ها ممکن است بیماری های زایای عصبی مرتبط با سن کمک کند که شناخته ترین آنها بیماری های آلزایمر و پارکینسون می باشند . بررسی اخیر در ایالات متحده نشان داد که حیوانات تغذیه کننده از زغال اخته ، توت فرنگی یا عصاره های اسفناج دارای تغییرات کمتر متور مرتبط با سن بودند و در تست های حافظه نسبت به بررسی همتایان شان بهتر عمل کردند . علاوه بر این ، گروه های دریافت کننده این مکمل ها یک سری علائم وجود ویتامین E را در مغز شان نشان دادند . خواه نتایج یافت شده در این تحقیق دال بر صحت این واقعه خواهد بود ، موضوع برای انسان ها جای بررسی داشته است . اسفناج به عنوان " غذای مغز " محسوب می گردد که برای اجتناب از دست دادن حافظه و بیماری آلزایمر مورد نیاز بودند . این باور وجود دارد که موادشیمیایی گیاهی موجود در این عصاره ها ممکن است ویژگی هایی داشته باشند که سیالیت غشای سلولی را افزایش می دهند ، به مواد مغذی مهم و سیگنال های شیمیایی اجازه می دهند تا از سلول خارج شده و وارد شوند ، بدین وسیله فرآیند های تورمی را در بافت ها کاهش می دهند (جوزف و همکاران 1999 ؛ کلارک 1999) .

اخیرا ، همچنین توجه خاصی به سبزیجات خوراکی شده است که در زمینه متابولیت های ثانویه گیاهی مسئول القای آنزیم های رفع کننده مسمویت غنی هستند که مواد سرطان زای واکنشی را از طریق انهدام مراکز واکنشی شان یا از طریق در هم آمیختن آنها با لیگاند های داخلی غیر فعال می سازند ، بدان وسیله کار حذف آنها را از بدون شروع می کنند . فعالیت این القاء کننده در میان گیاهان چلیپایی (برای مثال بروکلی ، کلم ، گل کلم و غیره) به طور اصولی به دلیل تیوسیانیات بی نهایت واکنشی می باشد . فعالیت ضد سرطان زایی ایزوتیوسیانیات که سولفورافین موجود در بروکلی می باشد ، در مدل ورم مربوط به پستان موش صحرایی نشان داده شده است . گلوکوزینولیت ها که یک عامل ضد سرطان زاء محسوب می شوند ، پیش ماده های بسیار پایدار از ایزوتیوسیانیات ها هستند که به

طور نوعی در گیاهان چلیپایی در سطوح بسیار بالا هستند و هیدرولیز آنها از طریق میروسیناس یک پیش نیاز برای فعالیت بیولوژیکی مشاهده شده می باشد (ویلیامسون و همکاران 1998 ؛ فاهی و استیفنسون 1999) .

ادویه ها و گیاه هان

کار در مورد ادویه جات و گیاهان در کنار سبزیجات منجر به این شد تا وجود مواد تشکیل دهنده ضد میکروبی و آنتی اکسیدان فنولیک در این گونه ها محرز گردد . مطالعات مختلف در این حوزه تایید کردند که تعدادی از ادویه جات دارای برگ بویژه ادویه جات متعلق به خانواده Labiatae نظیر مریم گلی ، رزماری ، پونه کوهی و آویشن دارای ویژگی های آنتی اکسیدان قوی می باشند (ناکاتانی 1997 ؛ هیراسا و تاکاماسا 1998) .

دیگر مواد شیمیایی گیاهی در میوه جات و سبزیجات به عنوان آنتی اکسیدان ها محسوب می شوند

این مواد شامل آنتی اکسیدان های قابل حل چربی نظیر ویتامین E ، آنزیم Q10 ، لیکوپن ، کارتن B ، کارتن α و آنتی اکسیدان های قابل حل در آب از جمله ویتامین C می باشند .

کارتونئید ها ، ویتامین E و ویتامین C

چندین کارتئونئید از جمله B-carotene ، لیکوپین ، لوتئین و zeaxanthine دارای فعالیت آنتی اکسیدان شناخته شده هستند اما B-carotene به طور کامل مورد بررسی قرار گرفته است . در مجموع ، ویتامین C ، ویتامین E و B-carotene را ویتامین های آنتی اکسیدان می نامند . تمامی اقدامات انفرادی و همکارانه برای جلوگیری یا به تاخیر انداختن واکنش های اکسایش که منجر به بیماری های نابود کننده از جمله سرطان ، بیماری های قلبی عرقوی ، آب مروارید و دیگر بیماری ها می گردند (اولیوت 1999) . تحقیقات نشان داده اند که تعداد قابل توجهی از جمعیت جهان به مصرف سطوح ویتامین های آنتی اکسیدان مورد نیاز برای جلوگیری از آسیب اکسایشی نمی پردازند چون این افراد به اندازه کافی میوه جات و سبزیجات نمی خورند . تعدادی از بررسی ها نشان داده اند که افراد سیگاری با رژیم های دارای بالای کارتئونئید ها از نرخ کمتر پیشرفت سرطان ریه نسبت به افراد مشابه خودشان برخوردارند که کارتئونئید کمتری را دریافت می کنند . همچنین اقدامات تحقیقاتی دیگر نشان داده اند که رژیم ها دارای کارتئونئید های بالا ممکن است با ریسک کاهش یافته سرطان سینه مرتبط می باشد . همچنین

، ویتامین C در زمینه جلوگیری از شکل گیری ترکیبات N-nitroso شناخته شده می باشد که یک عامل سرطانی می باشد و علت اش موادی نظیر نیترات ها و نیتريت ها در گوشت های نگهداری شده و بعضی از آب های مصرفی می باشد .

ارتباط کارتنوئید ها با تغذیه و سلامت انسان از نظر تاریخی به مواردی محدود شده است که از نظر تاریخی دارای فعالیت دوستار ویتامین A نظیر کاروتن α و کاروتن β می باشند . همبستگی مثبت بین مصرف غذای غنی از کارتنوئید ها و ریسک کمتر شده توسعه انواع خاص سرطان (بلوک و همکاران 1992 ؛ وان پوپل 1993 ؛ رامون و همکاران 1993 ؛ پوتیسچمن و همکاران 1994 ؛ گیوانوچی و همکاران 1995 ؛ آپل و واترسن 1996 ؛ ناریساوا و همکاران 1996 ؛ استینمتر و پوتر 1996 ؛ پل- زوبل و همکاران 1997) ، تنش اکسایشی (کوهلمیر و همکاران 1997) یا بیماری مزمن و مزایای سلامتی (کوهلمیر و هاستینگس 1995 ؛ بارانویتز و همکاران 1996 ؛ مورینگوچی و همکاران 1996) گزارش شده اند . طول عمر تا حدی طولانی کارتنوئید مشتق شده رادیکال های آزاد نشان می دهند که ترکیبات تا حدی پایدار هستند و از اینرو کارتنوئید های اصلی ممکن است همانند آنتی اکسیدان های شکننده زنجیره عمل می کنند . کاروتن β نشان داده است که لیپید ها را از اکسایش خودکار رادیکال آزاد محافظت می کند . همچنین کاروتن β یک تسکین دهنده اکسیژن در طول بازداري فتواکسایش از طریق واکنش با رادیکال های پیروکسل می باشد بدین وسیله از پخش و توسعه خاتمه واکنش زنجیره خاتمه اکسایش جلوگیری می کند . اخیرا ، بررسی مهم در حوزه انسان در اتحادیه اروپا نشان داده است که مصرف زیاد میوه جات و سبزیجات غنی از کاروتن به افزایش مقاومت اکسیداسیون LDL و غلظت پلازما بالاتر کل کاروتن به آسیب کمتر DNA و اقدام بازسازی بالاتر مرتبط بود .

علاقه فزاینده به محصولات گوجه فرنگی بواسطه واقعیتی شکل گرفته است که مصرف اشان با ریسک کم بعضی از انواع سرطان ها و بیماری کم خونی در قلب همبستگی دارد (پارفیت و همکاران 1994 ؛ خاچیک و همکاران 1995 ؛ گریستر 1997 ؛ براملی 2000 ؛ لاولی و همکاران 2000) . بنابراین ، اخیرا دیگر کارتنوئید ها نظیر لیکوپین به عنوان اطفاء کننده اکسیژن ظاهر شده اند . لیکوپین در تحقیق محیط طبیعی نشان داده است که از

تولید سرطان در سیستم های مدل حیوانی خاص (ناگاساوا و همکاران 1995 ؛ ناریساوا و همکاران 1996) و همچنین در محیط های کشت سلول انسانی جلوگیری می کند . نقش بازدارنده لیکوپین در تولید تومور پستانداران موش ها (میتومورا و همکاران 1996) و تولید سرطان روده (ناریساوا و همکاران 1996) به خوبی مستند می شوند . توانایی لیکوپین برای عمل کردن عین آنتی اکسیدان و عین پاک کننده رادیکال آزاد که اغلب به تولید سرطان مرتبطند که به طور بالقوه بخاطر تاثیرات سودمند اش در سلامت بشر کلیدی می باشد . این ماده ممکن است مانع تولید سرطان و تصلب شرایین از طریق مداخله مثبت با آسیب اکسایش به دی ان ای و لیپو پروتئین گردد .

ویتامین E از جمله فراوان ترین لیپید حل کننده آنتی اکسیدان می باشد و از قسمت های لیپید سلول بویژه غشا های سلولی محافظت می کند . توکوفرول های رخ دهنده طبیعی $(\alpha, \beta, \gamma, \delta)$ و توکوترینول ها توسط گیاهان ترکیب می شوند (پاپاس 1999) . تمام کروفیل - a موجود در بافت ها حاوی توکوفرول ها هستند که عمدتاً در کلرو پلاست ها وجود دارند . توکوترینل ها در تعدادی از بافت های گیاه شناسایی شده اند که از کلم پیچ و بروکلی گرفته تا دانه های غلات و بادام زمینی را شامل می گردد (پیرون و همکاران 1986) توکو فرول ها از طریق واکنش با رادیکال های لیپید پیروکسیل به کار زدودن رادیکال های آزاد می پردازند تا رادیکال توتوکوپروکسیل تولید کنند . سندی موجود است که این مواد می توانند از طریق تداخل با اکسیداسیون LDL مانع تصلب شرایین گردند (فاکتور مرتبط با ریسک فزاینده بیماری های قلبی) . این ماده یک محافظت آنتی اکسیدان حیاتی را برای غشا های سلول فراهم می کند که درغشا هم با ویتامین C و هم با کوآنزیم Q10 کار می کند . هر چند ویتامین E از خود فعالیت ضد سرطانی در حیوانات نشان نمی دهد ، بررسی بازدارندگی شیمیایی کلینیکی نشان می دهد که ویتامین E تکمیلی ممکن بود ریسک سرطان پروتسات را کاهش دهد و مطالعات همه گیر شناسی از نقش محافظت در برابر سرطان روده بزرگ حمایت می کند . γ -Tocopherol ممکن است در دفع رادیکال های خطرناک مشتق شده از پروکسی نترات (محصول تورم) موثر باشد .

کوانزیم Q10- ubiquinol یک مولکول حل شدنی لیپید به راحتی اکسید شده می باشد که توسط بدن ساخته می شود و همچنین از غذا مشتق می گردد . این کوانزیم عمدتاً در غشای داخلی میتوکندری گیاه یافت می شود . این ماده به حفظ ویتامین E در شکل فعال اش کمک می کند . این کوانزیم نسبت به ویتامین E در حفاظت LDL از اکسایش در محیط آزمایشگاه فعال تر می باشد .

ویتامین C یک آنتی اکسیدان قابل حل در آب می باشد . ویتامین C به راحتی اکسیداسیون می گردد تا یک رادیکال آزاد را شکل دهد که نسبتاً پایدار می باشد . اسید دیکتوگلوکنیک با اکسیداسیون بیشتر تولید می گردد که از عملکرد بیولوژیکی برخوردار نبود . فعالیت آنتی اکسیدان اسید اسکوبیک از طریق راحتی از دست دادن الکترون هایش صورت می پذیرد و این کار در سیستم های بیولوژیکی بسیار موثر می باشد . چون این آنتی اکسیدان یک اهداء کننده الکترون می باشد ، به عنوان عامل کاهنده برای تعدادی از گونه های اکسید کننده واکنشی به کار می آید . آنتی اکسیدان اسید اسکوبیک از ترکیبات در قسمت های قابل حل در آب سلول ها و بافت ها محافظت می کند و رادیکال های توکوفرول حامی شکل فعال اشان در غشا های سلولی را کاهش می دهد . بنابراین در حضور یون های آهن آزاد ، یک سیر یون های آهنی خطرناک را می تواند تولید کند که یک کاتالیزور حیاتی آسیب اکسیداسیون می باشد . خوشبختانه ، تکمیل مطالعات نشان می دهد که ویتامین C حداقل تحت شرایط معمولی که آهن در آن شرایط به طور مناسب در ذخیره کردن و حمل و نقل پروتئین ها جدا می گردد ، تاثیر آنتی اکسیدان کننده خالص را اعمال می کند . کمبود ویتامین C به بد تر شدن تصلب شرایین در مدل های حیوانی منجر می گردد . همچنین ریسک سرطان مری ، پانکراس و ریه در افرادی که به وفور از ویتامین C یا میوه ها و سبزیجات استفاده می کنند ، به نظر کمتر می رسد .

همچنین تعدادی از گزارش های متناقض در مورد مزایای بهداشتی ویتامین های آنتی اکسیدان وجود دارند . دانستن این موضوع دشوار است که چه چیزی را باور کرد و از چه کسی مشاوره گرفت . بنابراین ، تعدادی از بررسی های کلینیکی که صورت گرفته اند به تاثیرات سودمند مستقیم این ویتامین ها در انواع شکل های سرطان های ریه و بیماری های قلبی و عروقی اشاره نکردند . همچنین ویتامین E از تاثیر ضد انعقاد خون برخوردار می باشد که می

تواند خونریزی فزاینده را بهبود می بخشد. در آزمایشات کلینیکی که توسط گروه مطالعاتی جلوگیری از سرطان α توکوفرول و β کاروتن (1994) در مورد سرطان ریه در میان افراد سیگاری انجام گرفت، هیچ مزیتی از هم اوری با ویتامین E گزارش نشده است. بعلاوه، کل نرخ مرگ و میر دریافت کنندگان β کاروتن 8 درصد بالاتر بود و آنهایی که ویتامین E دریافت کردند دارای توالی بالاتر آسیب خون ریزی بوده اند. شیوع چشمگیر مرگ های بیشتر از بیماری قلبی انسداد شرایین در میان کسانی که کاروتن β و ویتامین A دریافت کردند، همچنین گزارش شده اند (راپولا و همکاران، 1997). تحقیق دیگر هیچ سندی را دریافت نکرد که مصرف ویتامین C، ویتامین E یا کاروتن β مانع انواع شکل های سرطان و بیماری های قلبی عروقی می گردد. بررسی های مشابه که توسط گروهی از محققان انجام گرفته اند همچنین یک بار دیگر نشان داده اند که درمان های با ویتامین های E، کاروتن β یا دارونما دارای تاثیر سودمند واضح در نتایج قلبی عروقی نبوده است (هنکنس و همکاران 1994؛ لی و همکاران 1999). دیگر بررسی های چاپ شده در مورد الزایمر و پارکینسون دارای نتایج متناقض با تعدادی از همبستگی های یافته و دیگر یافته ها بوده است. هرچند تاثیرات مغایر در زمینه سرطان ریه در افرادی سیگاری برای گروه های درمان شده با کاروتن β در توکوفرول α ، گروه مطالعه جلوگیری از سرطان کاروتن β و مطالعات CARET ملاحظه شده اند، سطوح ارایه شده به ترتیب 20 و 30 میلی گرم یا چهار یا پنج مرتبه سطح مقاوم سازی پیشنهادی بودند. آلیوت (1999) به بحث در مورد کاربرد های ویتامین های آنتی اکسیدان در وضعیتی جامع پرداخت و دوز های جایز پیشنهادی انواع آنتی اکسیدان های ویتامین و روش های ارایه آنها را نشان داده اند.

انواع مزایای بهداشتی مبتنی بر سندی از مطالعات مختلف حیوانی، همه گیر شناسی و کلینیکی در مورد بیماری قلبی - عروقی، سرطان، آب مروارید، اقدامات مصون بودن از بیماری، التهاب مفاصل و بیماری آلزایمر مشخص شده اند. از اینرو، قطع سیگار و دیگر فاکتور های شیوه زندگی دارای تاثیر بیشتر در کارآمدی این آنتی اکسیدان های ویتامین در کنترل کردن شیوع سرطان ریه و بیماری انسداد شرایین قلب خواهند بود. محتاط ترین پیشنهاد و از اینرو با بیشترین حمایت علمی برای جمعیت عمومی این است تا رژیم متوازن را با تاکید بر میوه جات و سبزیجات غنی از آنتی اکسیدان ها و کل غلات مصرف نمود. بهتر است تا بخاطر آوریم که ویتامین و مکمل های

معدنی هرگز نبایستی به عنوان جایگزین هایی برای یک رژیم سالم و به خوبی متوازن استفاده گردند . در صورتی که ما دوز های بسیار زیادی از این ویتامین ها را به بدن وارد کنیم ، تاثیرات معکوس ممکن است به تدریج اعمال گردند . ویتامین های A و E در چربی قابل حل هستند و این بدان معنی است که مقادیر اضافی در کبد ذخیره می گردند و بافت های بجای این که به سرعت دفع گردند ، ریسک سمی شدن را باعث می گردند .

فیبر های رژیمی

فیبر های رژیمی میوه جات و سبزیجات با تغییرات محیط های مربوط به روده بزرگ مرتبط بوده اند که در برابر بیماری های colorectal محافظت می کنند و نشان داده اند که دارای ویژگی های آنتی آکسیدانی هستند (کالیکستو 1988) . اسمیت و همکارانش (1998) در یک بازنگری اشاره می کنند که فیبر های رژیمی مختلف دارای تاثیرات محافظتی متفاوت در برابر سرطان هستند و ان تفاوت ها ممکن است با تخمیر باکتریال افتراقی فیبر در روده بزرگ با اسید های چرب زنجیره کوتاه بویژه اسید بوتیریک مرتبط باشند . همچنین فیبر چغندر رژیمی می تواند سنتز کلاسترول در کبد موش صحرایی و مدل روده را خنثی نماید (هارا و همکاران 1999) .

تاثیر فراوری آنتی اکسیدان های رژیمی در میوه جات و سبزیجات

توانایی بهتر کردن سلامتی توسط میوه ها و سبزیجات به شدت به تاریخچه فراوری غذا بستگی دارد . این موضوع به خوبی شناخته شده است که آنتی اکسیدان های طبیعی می توانند به طور چشمگیری در زمان توالی فراوری و انبار کردن غذا از بین بروند . عملیات هایی نظیر پوست کندن ، بریدن و تکه کردن نشان داده اند که تقلیل آنزیمی سریع چندین آنتی اکسیدان طبیعی را القاء می کنند . این باور کلی وجود دارد که افت آنتی اکسیدان های طبیعی در غذا تا حد زیادی به دلیل حرارت دادن به آنها اتفاق می افتد . زمان متوازن یک دقیقه برای برگ های سبز سیب زمینی های شیرین پیشنهاد شده اند تا فعالیت آنتی اکسیدان بالا را حفظ کنند (چوو و همکاران 2000) . غلظت مواد غذایی و فعالیت بیولوژیکی اشان ممکن است از طریق متغیر های زیست محیطی اشان و همچنین روش های فراوری تغییر یابند (گرفیلد و سوسگیت 1992 ؛ سالیوان و همکاران 1998) . این باور وجود دارد که از طریق فراوری و بواسطه فراوری بزرگ یک سری خاصیت های آنتی اکسیدان طبیعی غذا ها از بین می روند و تاثیر فراوری از

طریق بررسی فعالیت بازممانده بعضی از انزیم‌هایی سنجیده شده است که به عنوان شاخص‌های آسیب فراوری مطرح شده‌اند. اما اکنون تحقیق تازه محقق ساخته است که همچنین فراوری غذا از بعضی نقش‌های مثبت برخوردار بود که کیفیت و ویژگی‌های بهداشتی غذای فراوری شده را بهبود می‌بخشد. این وضعیت عمدتاً به در دسترس بودن زیستی فزاینده بعضی آن‌تی‌اکسیدان‌ها و بعضی محصولات دارای توانایی آن‌تی‌اکسیدان شناخته شده نسبت داده می‌شود. تاثیر فراوری فعالیت آن‌تی‌اکسیدان میوه‌ها و سبزیجات یک حوزه غیر قابل اغماض می‌باشد و اطلاعات کمیاب در دسترس می‌باشد. نتیجه فراوری غذا و رویه حفظ آن در فعالیت آن‌تی‌اکسیدان کلی غذا به طور کلی حاصل رویداد‌های مختلف می‌باشد.

از اینرو، ارزیابی فاکتورهای فراوری تاثیر گذار بر فعالیت آن‌تی‌اکسیدان در بهینه‌سازی شرایط فناورانه برای افزایش یا حفظ فعالیت و در دسترس بودن زیستی‌اش الزامی می‌باشد. بازنگری‌های اخیر توسط نیکولی و همکارانش (1999) و کلین و کوریلچ (2000) یک تصویرعالی را از فعالیت آن‌تی‌اکسیدان در زمانی‌ارایه می‌کنند که تحت تاثیر فراوری قرار می‌گیرد.

کارتونئیدها

وضعیت آن‌تی‌اکسیدان‌ها محصولات فراوری شده یک تابع مستقیمی از انواع گوناگون می‌باشد. تفاوت‌های قابل توجه در زمینه وضعیت آن‌تی‌اکسیدان در میان انواع واکسن‌ها، *rubus*، سیب، گوجه‌فرنگی‌ها و گونه‌های تمشک مشاهده شده است (پریور و همکاران 1998؛ آنوس و همکاران 2000؛ دایتون و همکاران 2000؛ اسکافی و همکاران 2000). مثبت‌ترین تاثیر فراوری در کیفیت کلی یا ظرفیت بهداشتی غذا عبارتست از در دسترس بودن زیستی فزاینده کاروتن β ناشی از وضعیت فزاینده آن‌تی‌اکسیدان. سطوح آن‌تی‌اکسیدان سیب زمینی‌های فراوری شده و پوره شده بسیار بالاتر از سیب زمینی‌های تازه هستند. سطوح آن‌تی‌اکسیدان که بلافاصله بعد از فراوری حرارتی تا 34.3 درصد افزایش در طول نگهداری کاهش یافته است اما هرگز به سطوح اصلی مشاهده شده در هویج‌های کنسرو شده برنگشت و علاوه بر این، تلفیق بافت پوست بیرونی در پوره هویج نه تنها منجر به افزایش فعالیت آن‌تی‌اکسیدان بلکه همچنین به افزایش بهره‌وری و اثربخشی فراوری می‌گردد (تالوکت و همکاران

(2000) . موجود بودن کارتنوئید ها در طبیعت در محصولات فراوری شده در نتیجه حرارت متوسط یا فروپاشی آنزیمی تا پنج برابر افزایش یافت . بطور کلی ، فعالیت آنتی اکسیدان آب سبزیجات مختلف تا حد قابل توجهی بعد از حرارت دادن افزایش یافت . تاثیر انواع روش ها آشپزی در سطوح کارتنوئید ها به طور گسترده ای مورد بررسی قرار گرفته است . این بررسی قطعا نشان داده است که در حالی که کارتنوئید ها اپوکسی تا حدی در برابر عملیات حرارتی حساس بودند ، لوتین و هیدرو کربن ها هابی نظیر کاروتن α و β ، لیکوپن ، فیتوفلوئن و فوتوئن در عملیات حرارتی دوام می آورند . فراوری حرارتی نشان داده است تا تمامی فرم های trans- کاروتن β را به فرم های cis تبدیل می کنند. این چنین ایزومراسیون القاء شده از طریق ارایه نور و عملیات های فراوری منجر به از دست رفتن فعالیت کارتنوئید می گردد . مشخصه منحصر به فرد کاروتن ها به رابطه اشان با ماتریس گیاه یا کارتنو پروتئین ها مربوط می گردد (بویلو و همکاران 1999) . کاروتن ها متعاقب حرارت دادن رها می گردند برای مثال رهاسازی لیکوپن در گوجه فرنگی ها برای استفاده موثر اشان ضروری می باشد (گیواوانوچی 1999) .

اسید اسکوبیک (ویتامین C)

از دست دادن اسید اسکوبیک در نتیجه رنگ زدایی ، آشپزی ، پاستوریزه کردن ، استریلیزه کردن ، آب زدایی و منجمد ساختن در تعدادی از موارد گزارش شده است (لاتروپ و لئونگ 1980 ؛ وان دن بروخ و همکاران 1998) . در تحقیق اخیر مشخص گردید که نگهداری سبزیجات تازه و فراوری شده در دمای 4 درجه سانتی گراد به از دست دادن جزیی اسید اسکوبیک در هویچ ها و بروکلی ها منجر می گردد اما افت های اساسی در لوبیا های سبز مشهود بودند . آشپزی مایکروویو در قیاس تاثیر چندانی بر از دست رفتن ویتامین C نداشته است (هوارد و همکاران 1999) . تعدادی کمی از قیاس های پایداری ویتامین E در غذا های گیاهی خام و فراوری شده در مطالب قبلی ارایه می گردد که در این مطالب یک سری گزارشات متناقض در رابطه با از دست دادن در طول فراوری مشخص شده اند (کلین و کوریلچ 2000) .

فلاونید ها و اسید فنولیک

تاثیر فراوری (آب پز کردن ، سرخ کردن ، کنسرو کردن ، آب میوه گرفتن) و نگهداری با کیفیت و کمیت گلموزید های فلاونل در پیاز (پرایس و همکاران 1997 ؛ هیروتا و همکاران 1998) ، کلم بروکلی (پرایس و همکاران 1998) ، لوبیا های سبز (پرایس و همکاران) ، سیب ها (پرایس و همکاران 1999) و توت ها (هاکنین و همکاران 2000) گزارش شده است . تاثیرات فراوری و نگهداری داخلی فلاونید ها نشان داد که مایرستین و کامپفرول مظنون به این بودند تا در طول نگهداری دارای افت بودند (هاکنین و همکاران 2000) . توت های فراوری شده برای تولید مربا به هر نوع تغییر قابل توجه در فلاونید ها و اسید فنولیک آنها منجر نگردید (آماکورا و همکاران 2000) .

افزایش های اندک در محتوی آنتوسیانین ، اسید الاجیک ، ویتامین سی و مجموع فنول ها در طول منجمد کردن میوه های توت توسط آنکوس و همکارانش (2000) گزارش گردید . همچنین کاهش اندک در فعالیت آنتی اکسیدان در طول منجمد شدن ایجاد گردید اما هیچ تغییراتی در طول دوره نگهداری انجماد در فعالیت آنتی اکسیدان مشاهده نشدند . درجه حرارت های سرخ کردن 100 و 140 درجه سانتی گراد به کاهش چشمگیر مجموع تانن های قابل استخراج و متراکم شده منجر می گردد و فعالیت آنتی اکسیدان در پوست گوشت انگور قرمز از 28 تا 50 درصد کاهش می یابد (لاراوی و همکاران 1997) .

مجموع محتوی فلاونید های در طول نگهداری در هوای بدون رطوبت و اسفناج تازه نگهداری شده در اتمسفر تعدیل شده ثابت باقی ماند (گیل و همکاران 1999 ؛ گیل و توماس-باربران 1999) . آب انار فراوری شده صنعتی دارای فعالیت آنتی اکسیدان بالتری نسبت به انار های فراوری شده در لابراتوار هستند . این روش عمدتاً به حضور پونیکالاجین نسبت داده می شود که نوع تانن می باشد و در طول فرآوری صنعتی از پوست میوه گرفته می شود .

ویژگی های آنتی اکسیدان پلی فنول ها ممکن است در نتیجه وضعیت اکسایش آنها تغییر کند . پلی فنول های با وضعیت اکسایش متوسط می توانند فعالیت پاک کنندگی بالاتر رادیکال را نسبت به پلی فنول های اکسید نشده نشان دهند . غلظت و اکسداسیون اسید های فنولیک که از طریق فراوری حرارتی و شرایط نگهداری در دما های افزایش یافته اهمیت می یابند ، تا حد قابل توجهی بر فعالیت آنتی اکسیدان پوره هویج تاثیر داشتند (تالکوت و

همکاران 2000). فعالیت بالاتر آنتی اکسیدان پلی فنول های تا حدی اکسید شده را می توانستیم به توانایی افزایش یافته اشان برای دادن اتم هیدروژن از گروه هیدروکسیل آروماتیک به رادیکال آزاد و یا ظرفیت ساختار عطری اشان برای حمایت از الکترون های جفت نشده از طریق عدم استقرار در اطراف سیستم الکترون π نسبت داد. ازاینرو، فراوری یا نگهداری طولانی می تواند اکسیداسیون پیشرونده آنزیمی یا شیمیایی ترکیبات فنولیک را بهبود بخشد یا ارتقاء دهد. ویژگی های آنتی اکسیدان فزاینده پلی فنول های اسپکد شده توسط کیکوگاوا و همکاران اش (1990) مشاهده شده است. اخیرا، گزارش گردید که ویژگی ای آنتی اکسیدان شراب قرمز بسته به شرایط نگهداری افزایش یا کاهش می یابد (توبارو و اورسینی 1996).

واکنش های اکسایش- کاهش نظیر موارد رخ دهنده بین آنتی اکسیدان های طبیعی مختلف و محصولات اکسیداسیون لیپید نشان داده اند که ویژگی های آنتی اکسیدان ترکیبات مختلف را تحت تاثیر قرار می دهند. این رویداد ها که عمدتا در زمان ترکیب شدن ماتریس های غذایی مختلف اتفاق می افتند (برای مثال فاز آبدار و فاز لیپید)، تقریبا نتایج غیر قابل پیش بینی در کل ویژگی های آنتی اکسیدان و ثبات غذا داشته اند. فراوری می تواند این واکنش ها را بهبود بخشیده یا راتقاء بخشد. اخیرا مشاهده شده است که وقتی مقدار کمی از روغن زیتون با پوره گوجه فرنگی ترکیب گردید، محتوی اسید اسکویبیک بعد از چند ساعت نگهداری کاهش یافته است. این وضعیت به دلیل توانایی این ترکیبات بود تا شکل های رادیکال آزاد توکروفل α گنجانده شده در ماتریس لیپید را کاهش دهد (نیکولی و همکاران 1999). این فرضیه از طریق مقدار بالقوه اکسایش - کاهش استاندارد پایین تر رادیکال های اسکوربیل رادیکال توکوفرول α تایید می گردد. بعلاوه، زمانی که ویژگی های آنتی اکسیدان غذا های مرکب مورد بررسی قرار می گیرد، این نکته بایستی به حساب آید که آنتی اکسیدان های قابل حل در آب می توانستند به دلیل رخداد پارادکس قطبی از آنتی اکسیدان های قابل حل در لیپید محافظت کنند. فعل و انفعال بین ماتریس سبزیجات و شکستن لیپید در زمانی که حرارت داده شدند، مشهود تر می باشد.

محصولات واکنش Maillard

عملیات های حرارتی هر چند این باور وجود دارد که دلیل اصلی کاهش آنتی اکسیدان های طبیعی می باشد ، همچنین می تواند شکل گیری ترکیبات بیشتر را با ویژگی های آنتی اکسیدان القاء کند چون در طول توسعه محصولات واکنشی Millard (MRPs) رخ می دهند . کاهش آنتی اکسیدان در میوه ها و سبزیجاتی که حرارت دریافت می کنند ممکن است به مصرف اسید اسکویک و پلی فنول به عنوان واکنش دهنده ها در واکنش Millard نسبت داده شوند (کانانه و همکاران 1988 ؛ دجیلاس و ویلیک 1994) . تحقیق اخیر با قاطعیت نشان می دهد که MRP ها در نتیجه عملیات حرارتی شدید یا نگهداری طولانی شکل گرفته اند و معمولا ویژگی های آنتی اکسیدان قوی ، شکستن زنجیره و فعالیت های زدودن اکسیژن را به نمایش می گذارند . نرخ های اکسایش لیپید تا حد قابل توجهی در زمانی به تاخیر افتانند که MRP ها در طول حرارت دادن اضافه گردیدند یا شکل گرفته اند (سورینی و همکاران 1994 ؛ برسا و همکاران 1996) . کاهش اولیه در فعالیت آنتی اکسیدانی را نه تنها می توان به تنزیل آنتی اکسیدان های رخ دهنده طبیعی بلکه همچنین به شکل گیری MRP های اولیه همراه با ویژگی های اکسایار نسبت داد . افزایش فعالیت آنتی اکسیدان با شکل گیری MRP های قهوه ای همزمان گردید . ظرفیت آنتی اکسیدانی آب مرکبات قدیمی قوی تر از BHA بود و زمانی که آب پرتقال بیرنگ و بی رنگ تر گردید ، افزایش یافته است (لی 1992) . نیکولی و همکاران (1997) نشان دادند که افت ویتامین های آنتی اکسیدان در غذا (پوره سیب زمینی) در طول فراوری می توانست بواسطه ظهور دیگر آنتی اکسیدان ها خنثی گردد . آنها به طور ویژه نشان می دهند که MRP ها ممکن بود هم از ویژگی های آنتی اکسیدان و هم از ویژگی آنتی موتاژنیک برخوردارند (نامیکی 1990 ؛ ین و تسای 1993 ؛ عثمان و هوسونو 1997) .

از اینرو ترکیبات آنتی اکسیدان در طول فراوری ممکن است دستخوش تغییرات فیزیکی و شیمیایی شوند که مزایای بالقوه اشان را تغییر می دهند . معمولا ، فراوری حرارتی به کاهش اسکوربیت و توکوفرول ها و افزایش کاروتن ها منجر می گردد . همانطور که دیگر مواد شیمیایی گیاهی عنصر غذایی کم مصرف ممکن است در هماهنگی با ویتامین ها عمل کنند ، بررسی های آینده بایستی مورد توجه قرار گیرند تا تاثیرات فراوری را در دیگر آنتی اکسیدان های رخ دهنده طبیعی مورد بررسی قرار دهند .

روش های ارزیابی آنتی اکسیدان

اخیرا طیف وسیعی از روش ها برای برآورد ظرفیت آنتی اکسیدان میوه جات و سبزیجات استفاده می شوند (هالیول و همکاران 1995). رایج ترین روش ORAC (ظرفیت جذب رادیکال اکسیژن) توسط کائو و همکارانش (1995) و وانگ و همکارانش (1996) که مجموع ظرفیت آنتی اکسیدان در سیستم های بیولوژیکی را می سنجند . این تحقیق حساس به بررسی محافظت ارایه شده توسط آنتی اکسیدان ها در برابر رادیکال های هیدروکسیل یا پیروکسیل می پردازد . تولید کننده های رادیکال های آزاد یا اکسید کننده های مختلف را می توان در تحقیق ORAC استفاده نمود . رادیکال پیروکسیل یک رادیکال آزاد رایج می باشد که در بدن یافت گردید و در تحقیق های آنتی اکسیدان استفاده گردید . این تا حدی نسبت به OH از واکنش کمتری برخوردار می باشد . تحقیق در این حوزه منحصر به فرد است که هم زمان بازدارندگی و هم میزان بازدارندگی اقدام رادیکال آزاد را توسط آنتی اکسیدان ها و با استفاده از منطقه زیر تکنیک منحنی برای تعیین کمیت می سنجند . دیگر روش های مشابه یا از زمان بازدارندگی در میزان بازدارندگی ثابت یا میزان بازدارندگی در زمان ثابت بر مبنای تعیین کمیت نتایج استفاده می کنند .

تحقیق ORAC خودکار از طریق تحلیل گر گریز از مرکز COBAS FARA II همراه با ضمیمه فلورسنت انجام می گیرد . فیکورایتین R- یا B- در این تحقیق به عنوان هدف حمله رادیکال آزاد با دی هیدروکلراید (2,2- azobis (AAPH) و $\text{Cu}^{2+} - \text{H}_2\text{O}_2$ بکار رفته به عنوان تولید کننده های پیروکسیل و رادیکال های پیروکسیل استفاده می شود . ترلوکس که متشابه ویتامین E قابل حل در آب است ، به عنوان استاندارد آنتی اکسیدان استفاده می شود و ORAC در واحد های معادل ترلوکس بیان می گردد .

فعالیت آنتی اکسیدان بعضی از میوه ها و سبزیجات رایج از طریق بکارگیری **ORAC_{ROO}*** مشخص می گردد که تمامی آنتی اکسیدان های سنتی از جمله اسید اسکویک ، توکوفرول α ، کاروتن β ، گلویتاین ، بلیبریوم ، اسید اوریک ، ملاتونین و فلاونید ها را می سنجد .

همچنین تحقیقات برای ترکیبات فلاونید یافت شده در سیستم های بیولوژیکی توسعه یافته اند . همانطور تعدادی از فلاونید ها از جمله انتی اکسیدان ها محسوب می شوند و از اینرو کشف الکتروفعال، چند الکتروود برقی - شیمیایی همراه با روش های کروماتوگرافی مایع عملکرد بالا برای جداسازی ، شناسایی و تعیین کمیت این ترکیبات قرار است استفاده شوند . این موضوع ثابت شده است که میوه ها و سبزیجات انفرادی هر یک از اثر HPLC - الکتروشیمیایی برخوردارند که ممکن است برای تهیه سند جذب اشان در بافت های حیوانی بعد از تکمیل رژیم استفاده می شوند .

سنجش های پاک کنندگی نمونه نظیر TRAP (مجموع پتانسیل انتی اکسیدان واکنشی یا مجموع پارامتر آنتی اکسیدان حبس کننده رادیکال) و سنجش TECA از محبوبیت برخوردار گشته اند چون آنها صحنه پردازی بالا ظرفیت انتی اکسیدان بالقوه را میسر می سازند . سنجش TECA که در اصل توسط میلر و همکاران اش (1993) توصیف گردید ، مبتنی بر زدودن انیون های رادیکال پر عمر می باشد . رادیکال ها در این سنجش از طریق فعالیت پروکسیده متامیگلوبین در حضور پروکسید هیدروژن تولید می شوند و می توانند به سادگی با طیف نورسنجی در 734 نانومتر کشف می گردند . انتی اکسیدان هایی که قبل از شکل گیری $ABTS^-$ اضافه می شوند ، از طریق پروکسید هیدروژن شروع می شوند به تاخیر در شکل گیری رادیکال منجر می گردند که سنجیده می شود . ارزش TEAC را میتوان به تمامی ترکیبات اختصاص داد که قادر به زدودن $ABTS^-$ از طریق مقایسه کردن آنها با ترولوکس (ویتامین E قابل حل در اب) هستند . بنابراین ، استروب و همکارانش (1997) نشان دادند که این افزایش های قبلی آنتی اکسیدان ها قبل از از تولدی رادیکال ممکن است ناشی از برآورد اضافی ظرفیت انتی اکسیدان و به دلیل ترکیبات مداخله کننده در شکل گیری $ABTS^-$ می باشند و پروتکل بعد از لافزودن را پیشنهاد کردند که ترکیبات در این پروتکل بعد از شکل گیری رادیکال افزوده شدند . بهبود بیشتر در سنجش پیشنهاد گردید جایی که در انجا تولید $ABTS^-$ در حضور ترکیب azo ناپایدار در برابر حرارت یا همان (ABAP) می باشد (برگ و همکاران 1999) . تولید رادیکال ها قبل از افزودن آنتی اکسیدان ها از تداخل ترکیباتی جلوگیری می کند که شکل گیری رادیکال را تحت تاثیر قرار می دهند . سنجش TEAC اصلی می توانست فقط

آنتی اکسیدان های قابل حل در آب را بررسی نماید . چون معمولا غذا ها حاوی ترکیبات قابل حل در آب و لیپید هستند ، همچنین افئامی صورت گرفت تا ترکیبات قابل حل در لیپید را از طریق حل کردن ترکیبات قابل حل در لیپید در محیط کشت سنجش TEAC آبدار با استفاده از حلال های مناسب ارزیابی نمود . با هدف بکارگیری این سنجه برای غذا های حاوی آنتی اکسیدان های قابل حل در آب و چربی ، گزینه حلال های مناسب برای استخراج و حلال بودن این ترکیبات در سیستم آبدار قرار بود حاصل گردد . هر چند این سنجش می تواند در رده بندی آنتی اکسیدان های مختلف سودمند باشد اما ممکن نیست یک ارزیابی کمیت پذیر را از آنتی اکسیدان ها ارایه کند .

گالوجاک و همکاران (1999) به بررسی فعالیت آنتی اکسیدان بر حسب ممانعت از تولید آنیون های سوپر اکسید از طریق سیستم اکسیداز hypoxanthine- xanthine پرداختند . رادیکال آزاد دارای فعالیت پاک کننده ممکن است از طریق کمیت آنتی اکسیدان ضروری برای ممانعت از 50 درصد رادیکال (O_2^-) تولید شده از طریق سیستم XOD-HPX تعریف گردد . محدودیت اصلی این سنجش این است که محلول اکسیداز زانتین قرار بود بعد از هر سی دقیقه ساخته شود چون آنزیم فعالیت اش را از دست می دهد . از اینرو ، این سنجه در صورتی که تعداد زیادی از نمونه ها قرار است در یک زمان ارزیابی گردند ، عملی نبوده و زمان بر هستند .

روش رنگبری کاروتن β (همراه با اکسیداسیون کاروتن β و اسید لینولئیک) توسعه یافته توسط تاگا و همکارانش (1984) همراه با اصلاحات می تواند توانایی نسبی ترکیبات آنتی اکسیدان را در عصاره گیاه برآورد کند تا رادیکال پروکسید اسید لینولئیک را برطرف کنند که کاروتن β را در فاز امولسیون اکسید می کند . این روش تا حد زیادی مورد استفاده قرار گرفته است اما در محیط کشت استخراج کننده متفاوت صورت پذیرفت (السیکون و همکاران 1995 ؛ نیکولی و همکاران 1997 ؛ گزانی و همکاران 1998) . در بررسی جدید (منتشر نگردید) که در لابراتوار ما با استفاده از این روش برای سنجیدن فعالیت آنتی اکسیدان سبزیجات مختلف انجام گرفت ، مشخص شده است که استخراج های الکلی سبزیجات در مقایسه با استخراج های آبدار از مقادیر آنتی اکسیدان بهتری برخوردار بودند .

روش تیوسیانیات که توسط میسوتا و همکارانش (1996) انجام گرفت شامل سنجش مقدار پروکسید با استفاده از اسید لینولئیک به عنوان یک جزء مورد عمل می باشد و همچنین تا حد زیادی برای سنجش فعالیت آنتی اکسیدان

مورد استفاده قرار گرفته است (کیکوراکی و ناکاتانی 1993 ؛ لارائوری و همکاران 1997) . دو قطعه مس در سنجش های اکسیداسیون محیط آزمایشگاه با استفاده از LDL انسانی و لیپوزوم های لسیتین کاتالیز شده اند . همچنین هینئون و همکارانش 1988 بکار گرفته شده اند . این مدل ها انتخاب شده اند چون اکسیداسیون LDL در واقع اولین رخداد در بیماری های انسداد شرایین قلب می باشد و اکسیداسیون لیپوزوم به اکسیداسیون در سیستم های غذا مربوط می باشد . فعالیت اکسیداسیون عصاره های انگور که بوسیله جلوگیری از اکسیداسیون کاتالیز شده مس LDL انسان نشان داده می شود ، از طریق پایش تولید هگزانال توسط کروماتوگرافی گازی بررسی گردید .

همچنین فعالیت انتی اکسیدان از طریق اکسیداسیون متیل لینولئیت در حضور انتی اکسیدان ها سنجیده شد (هویپا و همکاران 1996 ؛ کاهکونن و همکاران 1999) . شکل گیری دی ان های مزدوج بین محصول و پانان تری متیل 2، 2 ، 4 در 234 نانو متر سنجیده شد . فعالیت انتی اکسیدان به صورت درصد بازدارندگی شکل گیری هیدروپروکسید دی ان های مزدوج نشان داده شد . همچنین سنجش دی اکسی ریبوز (هالیول و همکاران 1987) مورد استفاده قرار گرفته است تا فعالیت پاک کنندگی رادیکال های هیدروکسیل را بسنجد . واکنش فنتون در این سنجش مبتنی بر مدل حاوی آهن یا مس می باشد چون فلز کاتالیزوری استفاده گردیدند .

اخیرا ، یای و همکاران اش (2000) از روش XYZ-dish بهره برداری کرده اند تا سنجش فعالیت انتی اکسیدان را برای انواع غذا ها ارزیابی نمایند . این روش مبتنی بر فوتون مافوق ضعیف در حضور یک گونه اکسیژن فعال (X) ، مواد پاک کننده اکسیژن فعال (Y) و گیرنده ها (Z) می باشد . نتایج نشان دادند که این روش برای انواع غذا ها سودمند می باشد .

هر دو روش محیط آزمایشگاه و محیط طبیعی که مورد استفاده قرار گرفته اند ، مزیت ها و محدودیت های خودشان را داشته اند . بعضی روش ها را می توان با عصاره های قابل حل در اب استفاده نمود در حالی که روش های دیگر برای قسمت های غیر قابل حل در اب سودمند هستند . لاولی و همکارانش (2000) به بررسی فعالیت انتی اکسیدان در محصولات گوجه فرنگی از طریق سه سیستم مدل پرداختند : (الف) سیستم گزانتین / اکسیداسیون گزانتین که رادیکال سوپر اکسید و پروکسید هیدروژن را تولید می کنند . (ب) سیستم

myeloperoxidase/NaCl/H₂O₂ که اسید هیپوکلروریک تولید می کند و (ج) اسید لینولئیک / سیستم CuSO₄ که پروکسیداسیون لیپید را بهبود می بخشد . نتایج نشان دادند که هر دو بخش هیدروفیلیک (آب دوست) و لیپو فلیک (چربی دوست) به طرز متفاوت در زمانی پاسخ دادند که روش های مختلف استفاده شدند .

چهار روش مورد استفاده قرار گرفتند تا فعالیت آنتی اکسیدان آب انار را تست کنند از جمله سه مورد مبتنی بر ارزیابی ظرفیت پاک کنندگی رادیکال آزاد هستند . اولین روش از طریق افزودن H₂O₂ و پروکسیداز ریشه خردل به تولید ABTS⁺ منجر گردید که یک رادیکال آزاد رنگدار بود که خنثی شدن آن به سادگی متعاقب تفسیر کاهش در جذب در 414 نانومتر بعد از افزودن آنتی اکسیدان می باشد . این سنجش مشابه سنجش توصیف شده توسط رایس -ایوانس و میلر (1994) می باشد . دومین روش از رادیکال آزاد در دسترس استفاده کرد که در متانول قابل حل می باشد و فعالیت آنتی اکسیدان از طریق کاهش در جذب در 515 نانومتر سنجیده شد . سومین روش پاک کنندگی رادیکال از طریق افزودن Fe³⁺ به پی - فنیل لنتوید آمین یک رادیکال آزاد رنگی تولید می کند و جذب در 593 نانومتر ثبت گردید . روش چهارم یعنی قدرت آنتی اکسیدان کاهنده ترکیبات آهن (FRAP) برای سنجش توانایی کاهش دهندگی ترکیبات آهن پلاسما در پی هاش پایین توسعه یافت . رنگ آبی شدید در زمانی شکل می گیرد که مخلوط ترکیبات آهن - تری پیریدیل تریآزین (TPTZ) به شکل ترکیبات آهن کاهش می یابد و جذب در 593 نانومتر ثبت گردید . در زمان سنجش فعالیت آنتی اکسیدان با روش DMPD ، یک فعالیت بالای غیر عادی در مقایسه با دیگر روش های فعالیت زدودن رادیکال آزاد مشاهده گردید . نتایج به طور واضح نشان می دهند که حضور بعضی از اجزای تشکیل دهنده در عصاره های خنثی کننده رادیکال های آزاد DMPD ممکن است به مقادیر مشاهده شده اضافه گردد . وجود اسید های آلی بویژه اسید سیتریک در بعضی عصاره ها ممکن است در سنجش DMPD تداخل ایجاد کند و بنابراین این سنجش بایستی با چنین عصاره هایی با احتیاط صورت گیرد .

استفاده از سنجش های DPPH و FRAP به عنوان روش های ساده و دقیق برای سنجیدن فعالیت آنتی اکسیدان آب و عصاره های میوه ها و سبزیجات توسط این محققان پیشنهاد گردید . روش DPPH نسبت به دیگر روش ها برای آنتی اکسیدان های هیدروفیلیک از حساسیت کمتری برخوردار می باشد در حالی که FRAP یک تست ساده

همراه با طیف رقیق سازی وسیع می باشد. نتایج روش DPPH بیشتر نشان می دهند که فعل و انفعال آنتی اکسیدان بالقوه با DPPH به پیکر بندی ساختاری اش بستگی دارد. از اینرو، این سیستم سنجش ممکن است تصویر درستی از کل ظرفیت آنتی اکسیدان سیستم ارائه نکند.

از اینرو، سنجش فعالیت آنتی اکسیدان نمونه های بیولوژیکی تا حد زیادی به رادیکال آزاد یا آنتی اکسیدان های بکار رفته در سنجش ها و درجه و نوع تعویض های آنتی اکسیدان های طبیعی مختلف بستگی دارد. شکست هیدروفیلک و لیپو فیلک عصاره های گوجه فرنگی به طور متفاوت نسبت به XOD/Xanthine و سیستم های پروکسیداسیون لیپید کاتالیز شده مس بکار رفته رفتار کرد. از اینرو، مناسب است تا از سنجش های مدل شیمیایی و بیو شیمیایی متفاوت در محیط کشت استخراج کافی استفاده کنیم. یادآوری این نکته مهم است که تاثیرات و غلظت synergistic ممکن است تاثیراتی را به همراه داشته باشند که وقتی اجزای تشکیل دهنده انفرادی تست می گردند، مشاهده نمی شوند.

چشم اندازها و گستره

مزایای سلامتی بالقوه مواد شیمیایی گیاهی و توانایی های این مواد غذایی منجر به این گردید تا بر صنعت غذایی تاثیری بگذارند که همچون بمب صدا کند (دیلارد و جرمن 2000). اکنون مفهوم غذای کارکردی یک چالش بزرگی را برای صنعت غذا و بهداشت ایجاد می کند. صنعت غذایی می تواند نقش چشمگیری در بهبود دانسیته تغذیه ای داشته باشد و این کار از طریق ارائه غذا های طراح انجام می گیرد که نه تنها مواد غذایی سنتی (پروتئین ها، چربی ها و کربوهیدرات ها) بلکه همچنین مواد غذایی گیاهی را فراهم می کند. مفهوم وضعیت آنتی اکسیدان غذا های فراوری شده در حال شتاب گرفتن می باشد و به عنوان یک پارامتر مهم برای برآورد کیفیت محصول در حال ظهور می باشد. پارامتر فعالیت آنتی اکسیدان همراه با توسعه بازار جهانی و رقابت شدید در بین شرکت های چند ملیتی به زودی مکان اش را در برجسب تغذیه ای ایمن خواهد کرد. توسعه روش عملی تعیین فعالیت آنتی اکسیدان برای کاربرد صنعتی در این قالب اجباری خواهد شد. این کار باعث خواهد شد تا بهره برداری از میوه جات و سبزیجات و توسعه مشروبات صورت پذیرد.

اکنون اکثر داده ها در دسترس بطور معمول به طور انحصاری به سنجش محتوی آنتی اکسیدان های طبیعی یا ارزیابی توانایی اش برای کند کردن اکسیداسیون لیپید در تست های تسریع شده مربوط می شوند . آنها اطلاعات جامعی را در مورد پتانسیل کلی آنتی اکسیدان غذا هایی فراهم نمی کنند که از اقدام ترکیبات از طریق انواع مکانیزم ها نظیر شکستن زنجیره ، پاک کنندگی اکسیژن و کی لیت شدن فلز ناشی می شوند . ارزیابی مجموع ویژگی های آنتی اکسیدان غذاها بایستی سنجش این ویژگی ها و اهمیت نسبی اشان را در ماتریس غذا به حساب آورد . این وضعیت به طور قطع به دانشمندان ، تولید کنندگان غذایی و مصرف کنندگان کمک خواهد کرد ، چون روند آینده این است تا به سمت غذا های کارکردی با مزایای سلامتی خاص حرکت نمود .

درک بهتر نقش و سرنوشت آنتی اکسیدان های طبیعی و القاء شده در فرآیند ، ثبات غذا و سلامت انسان مورد نیاز می باشد . علاوه بر این ، تحقیق ارزیابی کننده نقش سودمند مواد شیمیایی گیاهی در برابر بیماری های نابود کننده تا مطالعات در محیط طبیعی در کنار بررسی آزمایشگاهی برای ترسیم نتایج منطقی توسعه یافت .