

عنوان	صفحه
چکیده :	۱
فصل اول : مقدمه و تئوری	
۱-۱ بررسی و جایگاه شیمی سبز در علم شیمی [۱]	۳
۲-۱ مروری بر میوه های خانواده مرکبات [۲]:	۱۰
۳-۱ ترکیب شیمیایی:	۱۱
۴-۱ کاربردهای مرکبات:	۱۴
۵-۱ تنوع مرکبات:	۱۶
۶-۱ ارقام انتخابی مرکبات از آسیا :	۱۹
۷-۱ طعم مرکبات :	۲۰
۸-۱ ترکیبات فرار مهم در عطر و طعم مرکبات	۲۱
۹-۱ عوامل تاثیر گذار روی طعم و مزه مرکبات:	۲۳
۱۰-۱ نمونه هایی از کاتالیزورهای گزارش شده برای واکنش نوناگل	۲۶
فصل دوم : بخش تجربی و روش تحقیق	
۱-۲ مواد شیمیایی و دستگاه های مورد استفاده	۳۷
۲-۲ تهیه آب لیمو	۳۷
۳-۲ بررسی دمای بهینه جهت واکنش نوناگل بنزآلدهید و سیانواستامید در محیط آب لیمو	۳۷
۴-۲ روش کار واکنش نوناگل سیانواستامید باآلدهیدهای آروماتیکی مختلف در محیط آب لیمو	۳۸
۵-۲ روش کار واکنش نوناگل اتیل سیانواستات باآلدهیدهای آروماتیکی مختلف در محیط آب لیمو	۳۸
فصل سوم : بحث و نتیجه گیری	
۱-۳ بحث و نتیجه گیری :	۴۱
۲-۳ مکانیسم پیشنهادی برای تراکم نوناگل در محیط اسیدی آب لیمو:	۴۳
فصل چهارم : بخش طیفها	
فصل پنجم: منابع و مراجع	
References:	۶۲
Abstract	۶۶

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۳۸	جدول ۱: بررسی اثر دما بر روی واکنش نووناگل بنزالدهید و سیانواستامید در محیط آب لیمو
۴۲	جدول ۱-۳: واکنش نووناگل ترکیبات متیلنی فعال با الدهید های آروماتیک در محیط آب لیمو

فهرست طیف ها

صفحه	عنوان
۳۸	شماي ۱-۲: واكنش نووناگل مشتقات سيانواستاميد در حضور آب ليمو
۳۹	شماي ۲-۲: واكنش نووناگل مشتقات اتيل سيانواستات در حضور آب ليمو
۴۳	شكل (۱-۳): مكانيسم پيشنهادي براي تراكم نووناگل در محيط آب ليمو
۴۵	طيف (۱-۴): طيف IR بنزالدهيد سيانواستاميد
۴۶	طيف (۲-۴): طيف H-NMR بنزالدهيد سيانواستاميد
۴۷	طيف (۳-۴): طيف $^1\text{H NMR}$ اورتو كلروبنزال اتيل سيانو استات
۴۸	طيف (۴-۴): طيف $^1\text{H NMR}$ پارا كلروبنزال مالونونيتريل
۴۹	طيف (۵-۴): طيف $^1\text{H NMR}$ پارا متوكسي بنزال مالونونيتريل
۵۰	طيف (۶-۴): طيف C NMR پارا متوكسي بنزال مالونونيتريل
۵۱	طيف (۷-۴): طيف $^1\text{H NMR}$ پارانيترو بنزال اتيل سيانو استات
۵۳	طيف (۸-۴): طيف $^1\text{H NMR}$ بنزال اتيل سيانو استات
۵۴	طيف (۹-۴): طيف $^1\text{H NMR}$ اورتو نيترو بنزال اتيل سيانو استات
۵۵	طيف (۱۰-۴): طيف IR سينامالدهيد سيانواستاميد
۵۶	طيف (۱۱-۴): طيف Mass سينامالدهيد سيانواستاميد
۵۷	طيف (۱۲-۴): طيف Mass سينامالدهيد مالونونيتريل
۵۸	طيف (۱۳-۴): طيف IR پارانيتروبنزالدهيد سيانواستامي
۵۹	طيف (۱۴-۴): طيف IR P-NMe ₂ بنزالدهيد سيانواستاميد
۶۰	طيف (۱۵-۴): طيف $^1\text{H NMR}$ پارا كلرو بنزالدهيد سيانواستاميد

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۲۶	شکل (۱-۲) : سنتز محصول تراکمی نووناگل
۲۷	شکل (۲-۲) : سنتز دی آمینو عامل دار
۲۷	شکل (۳-۲) : یک نوع واکنش تراکمی نووناگل
۲۸	شکل (۴-۲) : واکنش نووناگل توسط کاتالیزور ناهمگن بازی
۲۸	شکل (۵-۲) : واکنش نووناگل در حلال آب
۲۹	شکل (۷-۲) : تراکم نووناگل بدون کاتالیزور درحالت آبی
۳۰	شکل (۸-۲) : واکنش نووناگل - دیلز آلدو
۳۰	شکل (۹-۲) : تراکم نووناگل بدون کاتالیزور درحلال آب
۳۱	شکل (۱۰-۲) : مایعات یونی پایدار
۳۲	شکل (۱۱-۲) : سنتز کاتالیست کوپلیمر یلی استیرن غیرشبهه ای Piprazine-carboxylate
۳۲	شکل (۱۲-۲) : مکانیسم کاتالیز اسیدی تراکم نووناگل مشتقات مالونونیتریل

چکیده :

در پروتکل شیمی سبز ما همیشه به دنبال موادی هستیم که ساخت آن یا استفاده از به محیط زیست ما صدمه نزند. پر واضح است که آب لیمو به عنوان یک ترکیب کاملاً طبیعی می تواند به عنوان یک حلال-کاتالیست سبز اسیدی ملایم طیف گسترده ای از واکنش های شیمی را کاتالیز می نماید. در نتیجه کارایی آن برای انجام واکنش تراکمی نووناگل مشتقات سیانواستامید با آلدهید های آروماتیک مورد بررسی قرار گرفت. برای بدست آوردن محصول نیز نیازی به استفاده از حلال های آلی نیست که خود تاییدی دیگر بر سبز بودن کامل این کاتالیست است.

کلمات کلیدی : آب لیمو ، سیانو استامید ، پروتکل سبز، واکنش نووناگل

فصل اول

مقدمه و تئوری

۱-۱ بررسی و جایگاه شیمی سبز در علم شیمی [۱]

شیمی نقشی بنیادی در پیشرفت تمدن آدمی داشته و جایگاه آن در اقتصاد، سیاست و زندگی روزمره روز به روز پررنگ‌تر شده است. با این همه، شیمی طی روند پیشرفت خود، که همواره با سود رساندن به آدمی همراه بوده، آسیب‌های چشم‌گیری نیز به سلامت آدمی و محیط زیست وارد کرده است.

شیمیدان‌ها طی سال‌ها کوشش و پژوهش، مواد خامی را از طبیعت برداشت کرده‌اند، که با سلامت آدمی و شرایط محیط زیست سازگاری بسیار دارند، و آن‌ها را به موادی دگرگون کرده‌اند که سلامت آدمی و محیط زیست را به چالش کشیده‌اند. هم‌چنین، این مواد به‌سادگی به چرخه‌ی طبیعی مواد باز نمی‌گردند و سال‌های زیادی به صورت زباله‌های بسیار آسیب‌رسان و همیشگی در طبیعت می‌مانند.

بارها از آسیب‌های مواد شیمیایی به بدن آدمی و محیط زیست شنیده و خوانده‌ایم. اما، چاره‌ی کار چیست؟ به نظر می‌رسد در کنار راهکارهای پیش‌گیرانه، که تا کنون کارآمدی چشمگیری از خود نشان نداده‌اند، باید به راه‌های کارآمدتری نیز بیاندیشیم که دگرگونی در شیوه‌ی ساختن مواد شیمیایی در راستای کاهش آسیب‌های آن‌ها به آدمی و محیط زیست، یکی از این راه‌هاست.

امروزه، از این رویکرد نوین با عنوان شیمی سبز یاد می‌شود که عبارت است از: طراحی فرآورده‌ها و فرآیندهای شیمیایی که به‌کارگیری و تولید مواد آسیب‌رسان به سلامت آدمی و محیط زیست را کاهش می‌دهند یا از بین می‌برند.

بنیادهای شیمی سبز

شیمی سبز، که پیش‌تر به عنوان شیوه‌ای برای پیش‌گیری از آلودگی در سطح مولکولی شناخته می‌شود، بر دوازده بنیاد استوار است که طراحی یا بازطراحی مولکول‌ها، مواد و دگرگونی‌های شیمیایی در راستای سالم‌تر کردن آن‌ها برای آدمی و محیط زیست، بر پایه‌ی آن‌ها انجام می‌شود.

۱. پیش‌گیری از تولید فرآورده‌های بیهوده

یکی از بنیاد های شیمی سبز، پیش‌گیری از تولید فرآورده‌های بیهوده است توانایی شیمی‌دان‌ها برای بازطراحی دگرگونی‌های شیمیایی برای کاستن از تولید فرآورده‌های بیهوده و آسیب‌رسان، نخستین گام در پیش‌گیری از آلودگی است. با پیش‌گیری از تولید فرآورده‌های بیهوده، آسیب‌های مرتبط با انبارکردن، جابه‌جایی و رفتار با آن‌ها را به کم‌ترین اندازه‌ی خود کاهش می‌دهیم.

۲. اقتصاد اتم^۱، افزایش بهره‌وری از اتم

یکی دیگر از بنیاد های شیمی سبز افزایش بهره‌وری از اتم است، اقتصاد اتم به این مفهوم است که بازده دگرگونی‌های شیمیایی را افزایش دهیم. یعنی طراحی دگرگونی‌های شیمیایی به شیوه‌ای باشد که

¹ Atom economy

گنجاندن بیش‌تر مواد آغازین را در فرآورده‌های نهایی در پی داشته باشد. گزینش این گونه دگرگونی‌ها، بازده را افزایش و فرآورده‌های بیهوده را کاهش می‌دهد.

۳. طراحی فرایندهای شیمیایی کم‌آسیب‌تر

از دیگر بنیادهای شیمی سبز میتوان به طراحی فرایندهای شیمیایی کم‌آسیب‌تر اشاره کرد. شیمی‌دان‌ها در جایی که امکان دارد باید شیوهی را طراحی کنند تا موادی را به کار برد یا تولید کند که زهرآگینی کم‌تری برای آدمی یا محیط زیست داشته باشند. اغلب برای یک دگرگونی شیمیایی واکنش‌گرهای گوناگونی وجود دارد که از میان آن‌ها می‌توان مناسب‌ترین را برگزید.

شیمی، شیمی چیست، شیمی چگونه است؟، دانش شیمی، شیمی سبز، شیمی سبز چیست

۴. طراحی مواد و فرآورده‌های شیمیایی سالم‌تر

فرآورده‌های شیمیایی باید به گونه‌ای طراحی شوند که با وجود کاهش زهرآگینی‌شان کار خود را به‌خوبی انجام دهند. فرآورده‌های جدید را می‌توان به گونه‌ای طراحی کرد که سالم‌تر باشند و در همان حال، کار در نظر گرفته شده برای آن‌ها را به‌خوبی انجام دهند.

۵. بهره‌گیری از حلال‌ها و شرایط واکنشی سالم‌تر

بهره‌گیری از مواد کمکی (مانند حلال‌ها و عامل‌های جداکننده) تا جایی که امکان دارد به کم‌ترین اندازه برسد و زمانی که به کار می‌روند از گونه‌های کم‌آسیب‌رسان باشند. دوری کردن از جداسازی در جایی که امکان دارد و کاهش بهره‌گیری از مواد کمکی، در کاهش فرآورده‌های بیهوده کمک زیادی می‌کند.

۶. افزایش بازده انرژی

افزایش بازده انرژی از دیگر بنیادهای شیمی سبز است. نیاز به انرژی در فرایندهای شیمیایی از نظر اثر آن‌ها بر محیط زیست و اقتصاد باید در نظر گرفته شود و به کم‌ترین میزان خود کاهش یابد. اگر امکان دارد، روش‌های ساخت و جداسازی باید به گونه‌ای طراحی شود که هزینه‌های انرژی مرتبط با دما و فشار بسیار بالا یا بسیار پایین به کم‌ترین اندازه‌ی خود برسد.

۷. بهره‌گیری از مواد اولیه‌ی نوشدنی^۲

دگرگونی‌های شیمیایی باید به گونه‌ای طراحی شوند تا از مواد اولیه‌ی نوشدنی بهره‌گیرند. فرآورده‌های کشاورزی یا فرآورده‌های بیهوده‌ی فرایندهای دیگر، نمونه‌هایی از مواد نوشدنی هستند. تا جایی که امکان دارد، این گونه مواد را به‌جای مواد اولیه‌ای که از معدن یا سوخت‌های فسیلی به دست می‌آیند، به کار بریم.

۸. پرهیز از مشتق‌های شیمیایی

² Regenerable materials

مشتق گرفتن (مانند بهره‌گیری از گروه‌های مسدودکننده یا تغییرهای شیمیایی و فیزیکی گذرا) باید کاهش یابد، زیرا چنین مرحله‌هایی به واکنشگرهای اضافی نیاز دارند که می‌توانند فرآورده‌های بیهوده تولید کنند. توالی‌های جایگزین می‌توانند نیاز به گروه‌های حفاظت‌کننده یا تغییر گروه‌های عاملی را از بین ببرند یا کاهش دهند.

۹. بهره‌گیری از کاتالیزورها

کاتالیزورها گزینشی بودن یک واکنش را افزایش می‌دهند؛ دمای مورد نیاز را کاهش می‌دهند؛ واکنش‌های جانبی را به کم‌ترین اندازه می‌رسانند؛ میزان دگرگون‌شدن واکنشگرها به فرآورده‌های نهایی را افزایش می‌دهند و میزان فرآورده‌های بیهوده مرتبط با واکنشگرها را کاهش می‌دهند.

۱۰. طراحی برای خراب شدن^۳

فرآورده‌های شیمیایی باید به گونه‌ای طراحی شوند که در پایان کاری که برای آن‌ها در نظر گرفته شده، به فرآورده‌های تجزیه‌شدنی، بشکنند و زیاد در محیط زیست نمانند. روش طراحی در سطح مولکول برای تولید فرآورده‌هایی که پس از آزاد شدن در محیط به مواد آسیب‌نرسان تجزیه می‌شوند، مورد توجه است.

۱۱. تحلیل در زمان واقعی برای پیش‌گیری از آلودگی

بسیار اهمیت دارد که پیشرفت یک واکنش را همواره پی‌گیری کنید تا بدانید چه هنگام واکنش کامل می‌شود یا بروز هر فرآورده‌ی جانبی ناخواسته را شناسایی کنید. هر جا که امکان داشته باشد، روش‌های آنالیز در زمان واقعی به کار گرفته شوند تا به وجود آمدن مواد آسیب‌رسان پی‌گیری و پیش‌گیری شود.

۱۲. کاهش احتمال روی داده‌های ناگوار

یک راه برای کاهش احتمال روی داده‌های شیمیایی ناخواسته، بهره‌گیری از واکنش‌گرها و حلال‌هایی است که احتمال انفجار، آتش‌سوزی و رهاشدن ناخواسته‌ی مواد شیمیایی را کاهش می‌دهند. آسیب‌های مرتبط با این روی داده‌ها را می‌توان به تغییر دادن حالت (جامد، مایع یا گاز) یا ترکیب واکنش‌گرها کاهش داد.

کوشش‌ها و دستاوردهای شیمی سبز

شیمیدان‌های سبز در پی آن هستند که روندهای شیمیایی سالم‌تری را جایگزین روندهای کنونی کنند یا با جایگزین کردن مواد اولیه‌ی سالم‌تر یا انجام دادن واکنش‌ها در شرایط ایمن‌تر، فرآورده‌های سالم‌تری را به جامعه هدیه دهند. برخی از آن‌ها می‌کوشند شیمی را به زیست‌شیمی نزدیک کند، چرا که واکنش‌های زیست‌شیمیایی طی میلیون‌ها سال رخ داده‌اند و چه برای آدمی و چه برای محیط زیست، چالش‌ها نگران‌کننده‌ی به وجود نیامده‌اند. بسیاری از این واکنش‌ها در شرایط طبیعی رخ می‌دهند و به دما و فشار بالا نیاز ندارند. فرآورده‌های آن‌ها نیز به آسانی به چرخه‌ی مواد بازمی‌گردند و فرآورده‌های جانبی آن‌ها برای

³ Degradable materials

جانداران سودمند هستند. الگو برداری از این واکنش‌ها می‌تواند چالش‌های بهداشتی و زیست‌محیطی کنونی را کاهش دهد.

گروه دیگری از شیمیدان‌های سبز می‌کوشند بهره‌وری اتمی را افزایش دهند. طی یک واکنش شیمیایی شماری اتم آغازگر واکنش هستند و در پایان بیش‌تر واکنش‌ها با فراورده‌هایی رو به رو هستیم که شمار اتم‌های آن‌ها از شمار همه‌ی اتم‌های آغازین بسیار کم‌تر است. بی‌گمان آن اتم‌ها نابود نشده‌اند، بلکه در ساختمان فراورده‌های بیهوده و اغلب آسیب‌رسان به طبیعت رها می‌شوند و سلامت آدمی و دیگر جانداران را به چالش می‌کشند. هر چه بتوانیم اتم‌های بیش‌تری در فراورده‌های بگنجانیم، هم به سلامت خود و محیط زیست کمک کرده‌ایم و هم از هدر رفتن اتم‌هایی که به عنوان مواد اولیه برای آن‌ها پول پرداخت کرده‌ایم، پیش‌گیری می‌کنیم.

بازطراحی واکنش‌های شیمیایی نیز راهکار سودمند دیگری برای پیش‌گیری از پیامدهای ناگوار مواد شیمیایی است. در این بازطراحی‌ها از مواد آغازگر سالم‌تر بهره می‌گیرند یا روندهایی را طراحی می‌کنند که با واکنش‌های مرحله‌ای کم‌تر به فراورده برسند. هم‌چنین، روندهایی را طراحی می‌کنند که به مواد کمکی کم‌تر، به‌ویژه حلال‌های شیمیایی، نیاز دارند. گاهی نیز واکنش‌های زیست‌شیمی و شیمی را به هم گره می‌زنند و روند سالم‌تری و کارآمدتری را می‌آفرینند. بازطراحی روند داروها می‌تواند همراه با افزایش کارآمدی آن‌ها به هر چه سالم‌تر شدن آن‌ها بینجامد و اثرهای جانبی آن‌ها بر روندهای زیست‌شناختی بدن، تا جایی که امان دارد، کاهش دهد.

در ادامه به نمونه‌هایی از کوشش‌ها و دستاوردهای شیمیدان‌های سبز اشاره می‌شود.

۱. سوخت‌های جایگزین

به کارگیری سوخت‌های فسیلی در خودروها با رهاشدن انبوهی از گازهای گلخانه‌ای به جو همراه شده که دگرگونی‌های آب و هوایی را در پی داشته است. از سوختن نادرست آن‌ها نیز، مواد زهرآگینی به هوا آزاد شده که سلامتی آدمی را به چالش کشیده است. حتی اگر بتوانیم بر این دو چالش بزرگ پیروز شویم، با کاهش روز افزون اندوخته‌های فسیلی روبه‌رو هستیم که از آن گریزی نیست. این تنگناها همراه با افزایش روز افزون بهای این گونه سوخت‌ها، که به نظر می‌رسد همچنان ادامه یابد، پژوهشگران و مهندسان بسیاری را به فکر طراحی خودروهایی با سوخت هیدروژن انداخته است. چرا که خاستگاه این سوخت، آب است که فراوان‌ترین ماده در طبیعت است و فراورده‌ی سوختن این سوخت در خودرو نیز خود آب است.

با این همه، سوخت هیدروژن با چالش بزرگی روبه‌رو است. فراهم آوردن هیدروژن از آب با فرآیند الکترولیز انجام می‌شود که برای پیشبرد آن به الکتریسیته نیاز هست و اکنون نیز بیش‌تر الکتریسیته از سوختن اندوخته‌های فسیلی به دست می‌آید. شاید روزی با به‌کاربردن برخی کاتالیزورها بتوانیم از انرژی

خورشیدی به جای سوخت‌های فسیلی در پیش بردن روند الکترولیز بهره گیریم، اما هنوز راهکار کارآمدی برای تولید ارزان هیدروژن پیشنهاد نشده است و به نظر نمی‌رسد در آینده‌ای نزدیک به چنین توانی دست پیدا کنیم. با این همه، برخی دانشمندان امیدوارند بتوانند خواستگاه زیستی برای هیدروژن به وجود آورند.

گروهی از پژوهشگران در سال ۲۰۰۰ میلادی گزارش کردند که توانسته‌اند از جلبک‌های سبز برای آزاد کردن هیدروژن از مولکول‌های آب، به همان اندازه که از الکترولیز به دست می‌آید، بهره گیرند. اما نور خورشید برای این رویکرد گرفتاری درست می‌کند، چرا که جلبک طی فرآیند فتوسنتز اکسیژن نیز تولید می‌کند. این اکسیژن از کار آنزیم تولیدکننده‌ی هیدروژن جلوگیری می‌کند و در نتیجه هیدروژن اندکی به دست می‌آید دانشمندان می‌کوشند با تغییرهایی که در این فرایند طبیعی می‌دهند، بازدهی تولید هیدروژن را بالا ببرند. شاید یک روز آبگیر کوچکی که از جلبک پوشیده شده است، خواستگاه هیدروژن خودروهای ما باشد.

در رویکرد دیگر که مورد توجه است، از روغن‌های گیاهی به عنوان خواستگاهی برای تهیه‌ی سوخت جایگزین بهره می‌گیرند. برای تهیه‌ی این نوع سوخت، که با عنوان بیودیزل شناخته می‌شود، پس مانده‌ی روغن آشپزی را نیز می‌توان به کار گرفت. هر چند از سوختن این نوع سوخت نیز مانند دیگر سوخت‌های فسیلی گاز گل‌خانه‌ی آزاد می‌شود، اما به اندازه‌ای تولید می‌شود که گیاهان طی فرآیند فتوسنتز آن را برای تولید قند به کار می‌گیرند. از سوی دیگر، روغن‌ها گیاهی نوشدنی هستند و از سوختن آن‌ها گوگرد و آلاینده‌های آسیب‌رسان دیگری آزاد نمی‌شود. از سودمندی‌های دیگر این نوع سوخت این است که گلیسرین، ماده‌ای که در صابون، خمیردندان، مواد آرایشی و جاهای دیگر به کار می‌رود، از فرآورده‌های جانبی روند تولید آن است. هم‌چنین، چون طی روند تولید این سوخت، به آن اکسیژن افزوده می‌شود، بهتر از سوخت نفتی در موتور می‌سوزد. به روغن‌کاری موتور نیز کمک می‌کند و بر درازی عمر آن می‌افزاید.

۲. پلاستیک‌های سبز و تجزیه‌پذیر^۴

زندگی در جهانی بودن پلاستیک بسیار دشوار است. پلاستیک‌ها در تولید هر گونه فرآورده‌ی صنعتی، از صنعت خودروسازی گرفته تا دنیای پزشکی، به کار گرفته شده‌اند. تنها در ایالات متحده‌ی امریکا سالانه نزدیک ۵۰ میلیون تن پلاستیک تولید می‌شود. اما این مواد به عنوان زباله‌های پایدار به تجزیه میکروبی، چالش‌های زیست محیطی پیچیده‌ای به بار آورده‌اند. پلاستیک‌ها علاوه بر این که جاهای به خاک‌سپاری زباله را پر کرده‌اند، سالانه در حجمی برابر با چند هزار تن به محیط‌های دریایی وارد

⁴ Green and degradable Plastics

می‌شوند. برآورد شده است که هر سال یک میلیون جانور دریایی به دلیل خفگی حاصل از خوردن پلاستیک‌ها به عنوان غذا یا به دام افتادن در زباله‌های پلاستیکی از بین می‌روند.

در سال‌های اخیر، کوشش‌های قانونی برای جلوگیری از دورریزی پلاستیک‌های تجزیه‌ناشدنی، افزایش یافته است. این کوشش‌ها صنعت‌گران پلاستیک را واداشته است تا در پی پلاستیک‌هایی باشند که پیامدهای زیست‌محیطی کم‌تری دارند. پلاستیک‌های نشاسته‌ای تجزیه‌پذیر و پلاستیک‌های میکروبی از دستاورد کوشش‌های چند ساله‌ی پژوهشگران این زمینه‌ی در حال پیشرفت و گسترش است.

در پلاستیک‌های نشاسته‌ای، قطعه‌های کوتاهی از پلی‌اتیلن با مولکول‌های نشاسته به هم می‌پیوندند. هنگامی که این پلاستیک‌ها در جاهای به خاک‌سپاری زباله‌ها، دور ریخته می‌شود، باکتری‌های خاک به مولکول‌های نشاسته‌یورث می‌برند و قطعه‌های پلی‌اتیلن را برای تجزیه‌ی میکروبی رها می‌سازند. این گونه پلاستیک‌ها اکنون در بازار وجود دارند و به ویژه برای پلاستیک‌ها جابه‌جایی و نگهداری مواد غذایی و دیگر وسایل یک‌بار مصرف بسیار سودمند هستند. با این همه، کمبود اکسیژن در جاهای به خاک‌سپاری زباله‌ها و اثر مهاری قطعه‌های پلی‌اتیلن بر عملکرد باکتری‌ها، بهره‌گیری استفاده از این پلاستیک‌ها را محدود ساخته است.

در سال ۱۹۲۵ میلادی گروهی از دانشمندان کشف کردند که گونه‌های زیادی از باکتری‌ها، بسیار پلی‌بی هیدروکسی بوتیرات^۵ می‌سازند و از آن به عنوان اندوخته‌ی غذایی خود بهره می‌گیرند. در دهه‌ی ۱۹۷۰، پژوهش‌ها نشان داد که PHB بسیاری از ویژگی‌های پلاستیک‌های نفتی (مانند پلی‌اتیلن) را دارد. از این رو، کم‌کم گفت و شنود پیرامون بهره‌گیری از این بسیار به عنوان جایگزینی مناسب برای پلاستیک‌های تجزیه‌ناپذیر کنونی آغاز شد. سپس در سال ۱۹۹۲، گروهی از پژوهشگران ژن‌های درگیر در ساختن این بسیار را به گیاه رشادی^۶ وارد کردند و به این ترتیب گیاهی پدید آوردند که پلاستیک تولید می‌کند.

سال پس از آن، تولید این پلاستیک سبز در گیاه ذرت آغاز شد و برای این که تولید پلاستیک با تولید مواد غذایی رقابت نکند، پژوهشگران بخش‌هایی از گیاه ذرت (برگ‌ها و ساقه‌ها) را، که به طور معمول برداشت نمی‌شوند، هدف قرار دادند. پرورش پلاستیک در این بخش‌ها به کشاورزان امکان می‌دهد که پس از برداشت دانه‌های ذرت، زمین را برای برداشت ساقه‌ها و برگ‌های دارای پلاستیک درو کنند. پژوهشگران درباره‌ی افزایش مقدار پلاستیک در گیاهان، پیشرفت‌های چشم‌گیری داشته‌اند. با این همه، هنوز دشواری‌هایی برای رسیدن به نتیجه‌ی مناسب وجود دارد.

کلروپلاست‌های برگ بهترین جا برای تولید پلاستیک به شمار می‌آیند، اما چون کلروپلاست‌های جای جذب نور هستند، مقدار زیاد پلاستیک می‌تواند فتوسنتز را مهار کند و بازدهی محصول را کاهش دهد.

⁵ PHB

⁶ *Arabidopsis thaliana*

بیرون کشیدن پلاستیک از گیاه نیز دشوار است. این کار به مقدار زیادی حلال نیاز دارد که باید پس از بهره‌گیری، بازیافت شود. بر اساس تازه‌ترین تخمین‌ها، تولید یک کیلوگرم PHB در گیاه ذرت در مقایسه با پلی‌اتیلن به سه برابر انرژی بیشتری نیاز دارد. کشت انبوه میکروب‌های پلاستیک ساز نیز به همین میزان انرژی نیاز دارد.

۳. بازطراحی^۷ واکنش‌های شیمیایی

در روند بازطراحی واکنش‌های شیمیایی از واکنشگرهای آغازکننده‌ای بهره گرفته می‌شود که سالم‌ترند. در این را ممکن است روندهای زیست‌شیمیایی نیز سودمند باشند. برای مثال، ادیپیک اسید، $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ یک ماده‌ی خام کلیدی در تولید نایلون و فرآورده‌های مانند آن است که سالانه بیش از ۲ میلیون تن از آن در صنعت به کار گرفته می‌شود. این ماده از بنزن ساخته می‌شود که سرطان‌زا است و از اندوخته‌های فسیلی نونشدنی به دست می‌آید. اما به تازگی دو شیمیدان توانسته‌اند این ماده را از یکی از فراوان‌ترین، سالم‌ترین و نونشدنی‌ترین مواد طبیعی، یعنی گلوکز، بسازند. آن‌ها در این راه از باکتری‌هایی کمک گرفتند که با مهندسی ژنتیک آنزیم ویژه‌ای در آن‌ها کار گذاشته شده بود و به ناچار طی یک روند زیست‌شیمیایی ناخواسته، بنزن را از گلوکز می‌سازند.

توجه به اقتصاد اتم نیز کمک زیادی می‌کند. برای مثال، پژوهشگران توانسته‌اند اقتصاد اتمی را در روند تولید ایوپورفن، ترکیبی که در بسیاری از آرامش‌بخش‌ها به کار می‌رود، از ۴۰ درصد به ۷۷ درصد برسانند و این یعنی، اتم‌های بیشتری که شرکت داروسازی برای آن‌ها هزینه پرداخته است، به صورت مولکول پر فروشی در می‌آیند و فرآورده‌های بیهوده، که می‌توانند به محیط‌زیست آسیب برسانند، کم‌تر تولید می‌شوند.

۴. کامپوزیت‌های زیستی

اگر چه موادشناسان تنها در چند دهه‌ی گذشته به سوی کامپوزیت‌ها گرایش پیدا کرده‌اند، طبیعت در خود کامپوزیت‌های بسیار سخت، پیچیده و گوناگونی دارد که از دیدگاه سختی و وزن، ماندنی برای آن‌ها نمی‌توان یافت. به هر جای طبیعت که می‌نگریم، با یک کامپوزیت رو به رو می‌شویم. برای نمونه، صدف‌های دریایی از کامپوزیت‌ی سرامیکی سختی ساخته شده‌اند. این سرامیک از لایه‌هایی از بلورهای سخت تشکیل شده که در زمینه‌ی سیمانی نرم‌تری جای دارند. این سرامیک سخت و پایدار، جاندار درون خود را از آشوب موج نگهداری می‌کند که پیوسته آن را بر سطح سخره‌ها می‌کوبد. بدن ما یک چند سازه است که از کامپوزیت‌هایی مانند استخوان، غضروف و پوست درست شده است.

بشر از سالیان دور از کامپوزیت‌های طبیعی بهره گرفته است. کاه که برای ساختن نخستین کامپوزیت‌ها به کار می‌رفت، خود نوعی کامپوزیت است. ابزارهای چوبی، کفش و لباسی که از پوست جانوران تهیه

⁷ Redesigning

می‌شود، همه کامپوزیت‌های طبیعی‌اند. به خاطر این گوناگونی و ویژگی‌های بی‌مانند، موادشناسان تلاش می‌کنند از این مواد برای سختی بخشیدن به کامپوزیت‌های ساختگی (مصنوعی) بهره‌گیرند تا از پیامدهای زیست محیطی ناگوار ناشی از مواد ساختگی بکاهند. انویرون (environ) نمونه‌ای از این کامپوزیت‌هاست که از ۴۰ درصد کاغذ روزنامه، ۴۰ درصد گرد سویا و ۲۰ درصد ترکیب‌های دیگر (از جمله رنگ‌دهنده‌ها و کاتالیزگری که در حضور آب کارا می‌شود و گرد سویا را به رزین دگرگونه می‌کند) ساخته می‌شود. فرآورده‌ی کار، یک کامپوزیت‌ی زیستی است که ظاهری سنگ مانند دارد، اما مانند چوب می‌توان آن را برید. از این کامپوزیت می‌توان هر نوع ابزار چوبی را با ظاهری سنگ مانند ساخت.

۱-۲ مروری بر میوه‌های خانواده مرکبات [۲]:

میوه‌های خانواده مرکبات بیش از ۴۰۰۰ سال است که کشت میشوند [۳] و بیشترین محصولات تولید شده در دنیا میباشند. مرکبات به خانواده‌ی روتایس^۸ تعلق دارند که معمولاً برگ‌ها دارای غدد چربی شفاف هستند و گل‌ها شامل یک دیسک حلقوی است [۴].

عقیده براین است که مکان اصلی مرکبات آسیای جنوب شرقی باشد که بعدها به خاورمیانه و جنوب اروپا آورده شده‌اند و بیشتر به کمک مسافران و جهانگردان، به تعداد زیادی از کشورهای دیگر برده شده‌اند.

تولید میوه مرکبات به خصوص پرتقال شیرین نشان می‌دهد که همچنان برزیل به عنوان بزرگترین تولیدکننده، به دنبال آن ایالات متحده آمریکا، هردو مشترکاً بیش از یک سوم کل تولیدات پرتقال را در دنیا به خود اختصاص می‌دهند.

مورفولوژی (پوست شناسی) میوه:

عموماً میوه مرکبات از سه بخش اصلی تشکیل شده است:

الف) پوست بیرونی:

پوست بیرونی میوه به خاطر حضور ترکیبات فلونوئید به عنوان فلاودو^۹ شناخته شده می‌باشد [۵]. پوست میوه از سلول‌هایی حاوی کاروتنوئیدها تشکیل شده که با توجه به گونه یا رقم میوه رنگ خاصی را به میوه می‌دهد.

گستره رنگ از لیموی سیر یا مایل به قرمز تا لیموی روشن، زرد یا مایل به سبز می‌باشد. رنگدانه‌های کاروتنوئید داخل کروموپلاست‌ها در فلاودو واقع شده‌اند [۶]. غدد چربی، که روغنهای لاینفک اساسی

^۸ rutaceae

^۹ flavedo

مرکبات را شامل میشوند، نیز در فلاودو یافت میشوند. غدد کروی شکل هستند و اندازه های متفاوتی دارند.

ب) پوست داخلی:

به عنوان البدو^{۱۰} نیز شناخته شده، پوست داخلی زیر فلاودو واقع شده است. این پوسته به طور معمول شامل یک لایه اسفنجی و بافت پارانشیم سفید^{۱۱} میباشد که سرشار از مواد قندی، پکتیکی، مواد سلولزی، همی سلولز، و پنتوسان ها است.

ضخامت البدو با گونه تغییر میکند برای مثال نارنگی به طور کلی البدو (پوست داخلی) بسیار نازکی دارد در حالی که در لیمو بسیار ضخیم است.

فلاودو و البدو هر دو از بخش غیر خوراکی میوه که پوسته^{۱۲} نامیده میشود و معمولاً به عنوان پوست شناخته شده اند.

ج) حلقه درونی پوسته

زیر البدو میوه مرکبات بخش خوراکی است که به عنوان حلقه درونی میوه شناخته میشود و از حلقه یا برچه های متعددی معمولاً حدود ۱۸-۱۲ در اغلب مرکبات تشکیل شده است. هر برچه توسط یک غشا پیوسته نسبتاً محکم احاطه شده است و به وسیله یک دسته آوندی که مواد غذایی برای رشد میوه را انتقال میدهد پوشیده شده است. داخلی ترین بخش داخلی از دو جز اصلی تشکیل شده است: کيسه های آب، دیواره نازک هستند و آب داخل واکوول سلول را تشکیل میدهند.

۱-۳ ترکیب شیمیایی:

ترکیب شیمیایی میوه مرکبات به علت تحت تاثیر قرار گرفتن به وسیله فاکتورهای زیادی از قبیل شرایط رشد، بلوغ میوه، ساقه زیرزمینی، گونه و آب و هوا متفاوت است [۷].

مشخصات شیمیایی که از ویژگیهای گونه مرکبات خاص هستند میتواند برای شناسایی صحت آب میوه های مرکبات در کنترل کیفیت استفاده شوند [۸].

تعدادی از ترکیبات شیمیایی مهم در مرکبات:

الف) قندهای اصلی موجود در میوه های مرکبات:

گلوکز، فراکتوز و ساکاروز میباشند، که میزان شیرینی آب میوه را تعیین می کنند [۹]. رسیدن میوه ها یک عامل مهم میباشد که روی مقدار قند در آب مرکبات تاثیر میگذارد [۱۰].

غلظت قندها در میوه مرکبات از کمتر از ۱٪ در لیمو ترش تا ۱۵٪ در بعضی پرتقال ها تغییر میکند.

¹⁰ albedo

¹¹ white parenchyma

¹² pericarp

ب) پلی ساکارید ها^{۱۳}:

پلی ساکارید های اصلی حاضر در میوه های مرکبات، سلولز، همی سلولز و مواد پکتیکی می باشند. اگرچه آنها در مقادیر نسبتا کم یافت میشوند، این پلی ساکارید ها در افزایش آب میوه نقش دارند و از این رو در کیفیت یک آبمیوه مطلوب، سهمیم هستند [۱۱].

پکتین های موجود در آب مرکبات به عنوان یک تثبیت کننده کلوییدی در حفاظت از توده آبی نگهداری آب میوه مهم میباشند [۱۲].

ج) اسیدهای آلی^{۱۴}:

مزه ترشی آب مرکبات به وسیله حضور اسید های آلی، اساسا سیتریک اسید و مالیک اسید ها ایجاد شده است [۶] بقیه اسید های آلی در مقادیر کمتر در آبمیوه مرکبات یافت میشوند. سوکسینیک اسید، مالونیک اسید، لاکتیک اسید، اگزالیک اسید، فسفریک اسید، تارتاریک اسید، آدیپیک اسید و ایزو سیتریک اسید می باشد [۱۰]. غلظت اسید در آب مرکبات بوسیله میزان رسیدن میوه ها در ذخیره سازی، آب و هوا، و دما می تواند تحت تاثیر قرار داده شود [۱۳]. اسیدهای آلی موجود در آب مرکبات در اصل به عنوان اسیدیته قابل اندازه گیری می شوند. که بعنوان گرم سیتریک اسید در هر ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه بیان می شود [۱۴]. غلظت سیتریک اسید در پرتقال با رسیدن میوه احتمالا کاهش می یابد و به کاهش اسیدیته منتهی می شود [۱۵].

د) لیپیدها (چربیها):

چربیهای موجود در آب میوه های مرکبات اسیدهای چرب ساده در دانه، سفر لیپیدها، و لیپیدهای پیچیده را در آب میوه و در اجزا کوکتیکول را در بر می گیرد. اینها حدود ۰,۱٪ از آب پرتقال را تشکیل می دهند [۱۶]. تعدادی از اسیدهای چرب یافت شده در آب مرکبات همان طور که توسط ناگی گزارش شده، پالمیتیک اسید، پالمیتولئیک اسید، اولیک اسید، لینولئیک اسید و لینولنیک اسید می باشند. زیرا انواع مرکبات مختلف، متشکل از انواع متفاوت اسیدهای چرب، ویژگیهای شان نیز می تواند به عنوان نشانه برای گونه های متفاوت مرکبات استفاده شود [۱۷]. تفکیک (شکستن) لیپیدها در آب میوه ها به بهبود طعم و مزه کمک می کند [۱۱].

ه) کارتنوئیدها^{۱۵}:

رنگ میوه های مرکبات اساسا بوسیله حضور کارتنوئیدها نمایان می شود [۱۱]. و از لیموی تیره در نارنگی های قرمز تا زرد روشن در لیمو گسترده است. مخلوط پیچیده کارتنوئید ها در پلاستید های فلاوودو و آوند های آب درونی واقع میشود.

¹³ Poly Sakarides

¹⁴ Organic Acides

¹⁵ Caretenoides

تحقیقات اخیر روی ترکیب کارتنوئید ها گونه های متفاوت مرکبات توسط [۱۹] نشان داد که اغلب گونه های مرکبات، به جز لیمو به میزان قابل ملاحظه ای شامل بتاکریپتوزانتن و لوتئین هستند.

کارتنوئید های موجود در لیمو اساسا بتاکاروتن و لوتئین میباشند [۱۹].

(و) ویتامین ها:

ویتامین اصلی موجود در میوه های خانواده مرکبات اسکوربیک اسید می باشد. آبمیوه ها معمولا یک چهارم کل اسکوربیک اسید موجود در میوه را شامل میشوند.

بقیه ویتامین های موجود در آب مرکبات در مقادیر متفاوت شامل تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، پانتوتنیک اسید، اینوزیتول، بیوتین، ویتامین A ویتامین K، پیریدوکسین، پارابنزوئیک اسید، کولین و فولیک اسید می باشد [۲۰].

(ز) عناصر معدنی:

به طور کلی، میوه های مرکبات غنی از پتاسیم و نیتروژن هستند که در حدود ۸۰٪ کل مواد معدنی را تخمین میزند [۱۰]. عناصر معدنی اصلی دیگر یافت شده در آب مرکبات کلسیم، آهن، فسفر، منگنز، کلرین میباشند [۱۱].

غلظت این عناصر بسته به شرایط آب و هوایی، بلوغ میوه، تغییرات فصلی و میزان باروری تغییر میکنند. بنابراین حضور این عناصر معدنی برای ردیابی منشا جغرافیایی میوه های مرکبات می تواند مورد استفاده قرار بگیرد.

(ح) فلاونوئید ها^{۱۶}:

فلاونوئید ها در مرکبات در غلظت های بالا موجود هستند و به آسانی جدا می شوند. تعدادی از آنها برای نشانه های طبقه بندی مفید هستند در حالی که تعدادی، خواص مزه ای متمایز دارند و میتوانند به عنوان محصولات با ارزشی استفاده شوند.

سرگروه اصلی فلاونوئیدها عبارتند از:

فلاوانون ها، فلاون ها و آنتوسیانین ها به طور کلی فلاونون ها اساسا در مقادیر بالاتری یافت میشوند در حالی که فلاون ها و آنتوسیانین ها در مقادیر نسبتا بسیار کم موجودند [۱۱].

هسپریدین، فلاونوئید اصلی پیدا شده در پرتقال های شیرین و لیمو است. در حالی که نارینجین، فلاونوئیدی است که مسئول طعم تلخ گریپ فروت می باشد [۱۱].

(و) لیمونوئید ها:

¹⁶ Flavonoides

لیمونین تنها لیمونوئید یافت شده به میزان قابل توجهی در میوه های مرکبات می باشد و طعم تلخی را ایجاد میکند [۹]. لیمونین در میوه های تازه یافت نمی شوند و به وسیله اسید و کاتالیزور های آنزیمی لیمونوئید اسید تولید میشود [۱۱].

ز) ترکیبات فرار^{۱۷}:

ترکیبات فرار موجود در مرکبات به میزان قابل توجهی در عطر و طعم مرکبات سهم دارند. غلظتها و مشارکت جداگانه ترکیب فرار و همچنین اثر متقابل میان آنها، رایحه خاصی به گونه های مختلف میدهد [۱۰].

آنها اساسا در کیسه های آب و در کیسه های روغنی فلاوئید موجود هستند. لیمونین جز فرار اصلی یافت شده در میوه های مرکبات می باشد.

۱-۴ کاربردهای مرکبات:

الف) آب میوه ها^{۱۸}:

آبمیوه نخستین محصول به دست آمده از مرکبات میباشد [۲۱] و همچنین یکی از مهمترین تولیدات است.

آبمیوه های تولید شده از میوه های مرکبات یا به صورت تک قدرتی^{۱۹} یا به صورت آبمیوه کنسانتره هستند، [۲۰]. آبمیوه تک قدرتی می تواند مستقیما از میوه به وسیله افزودن آب به کنسانتره مرکبات به دست آید.

در حالی که در آب میوه کنسانتره، آب از آبمیوه، برای کاهش هزینه حمل و نقل و ذخیره سازی، حذف میشود.

آب میوه ها ویتامین ها، مواد معدنی، کارتنوئید ها، قندها، اسید های آلی، آمینو اسید ها، فنولیک ها نوکلئوتید ها، آنزیم ها، لیمونوئید ها، لیپید ها، پروتوئین ها، پکتین ها و دیگر جامد های محلول و نامحلول را شامل میشوند.

فن آوری و انتخاب روش های بهبود آبمیوه نقش بسیار مهمی را در بهبود آبمیوه بازی میکنند. شیوه های استخراج عصاره گیری متنوعی در آبمیوه سازی و پردازش آبمیوه به طور گسترده ای توسط براداک مورد بحث واقع شده است [۲۱].

¹⁷ Volatile compounds

¹⁸ Juices

¹⁹ single strength

درمیان میوه خانواده مرکبات، پرتقال ها و گریپ فروت به طور معمول برای آبشان مورد استخراج قرار داده میشوند و به طور گسترده ای برای مزایایشان، به دلیل محتوای مواد مغذی و دیگر ترکیبات فعال زیستی مصرف میشوند [۲۲].

ب) روغن های ضروری^{۲۰}

دیگر محصول مهم میوه های خانواده ی مرکبات روغنهای ذاتی میباشد که از پوست استخراج میشود. به منظور به دست آوردن روغن لازم است که کیسه های روغنی را به وسیله ی ساییدن یا به وسیله خراشیدن سطح پوست سوراخ کرد [۲۳]. برای بهبود آن، روغن جدا از پوست به عنوان امولسیون آبی شسته شده و سپس به وسیله سانتریفیوژ از آب جدا میشود [۲۴].

از این رو شیوه سرد فشرده شده^{۲۱} به طور مرتب در استخراج روغن به کار برده میشود و روغن معمولا به عنوان روغن سرد فشرده شده معروف میباشد.

روغن به وسیله روش های دیگری نیز از پوست میتواند استخراج شود، از قبیل تقطیر به وسیله بخار یا آب و همچنین استخراج با دی اکسید کربن مایع یا فوق بحرانی .

روغن های سرد فشرده شده، به دلیل فقدان حرارت طی فرایند و برخورداری از اجزا ترکیبی از قبیل آنتی اکسیدان ها رایحه لطیف تر و پایداری بیشتری نسبت به روغن های تقطیر شده دارند [۲۵].

نمونه هایی از میوه های مرکبات که روغن های حاصل از پوست تجاریشان بازیابی داده میشود پرتقال، گریپ فروت، نارنگی، لیمو ترش می باشند [۲۶]. روغن های دیگری نیز در آبمیوه وجود دارد اما در مقادیر نسبتا کم. میزان روغن در آبمیوه های فراوری شده نباید از ۰/۰۱۵-۰/۰۲ درصد حجمی تجاوز کند [۲۷].

از این رو روغن اضافی به روش تقطیر بوسیله بخار به منظور محتوای کمتر روغن در آبمیوه و برای عطر و طعم مطلوب مرکبات حذف خواهد شد. روغن های ضروری ترکیبات فرار متعددی به طور عمده آلدئیدها، کتونها، استرها، الکل ها، ترپن ها را شامل میشود که عطر و طعم رایحه خاصی به مرکبات میدهد [۲۱].

روغن های اختصاصی مرکبات بیشتر به عنوان طعم دهنده در صنایع غذایی و نوشیدنی [۲۷] و با عنوان مواد خوشبو در عطر سازی و محصولات آرایشی بهداشتی استفاده میشوند [۲۸]. به علاوه روغن مرکبات همچنین میتواند تا اندازه ای به عنوان یک داروی قدیمی استفاده شود [۲۹].

ج) اسانس و عطر^{۲۲}:

²⁰ Essential oils

²¹ expression

²² Essence oil and aroma

طی پردازش کنستانتره آبمیوه، بعضی از ترکیبات خوشمزه طبیعی همراه با آب نیز حذف می شوند از جمله مقدار کمی از روغن پوست باقی مانده در آب میوه. مواد فرار بازیابی شده طی تولید کنستانتره آبمیوه، اسانس نامیده میشود [۲۳]. بخش محلول در آب اسانس به عنوان اسانس آبی یا عطر شناخته شده در حالی که اسانس یا ماهیت فاز روغنی به قسمت محلول در چربی اشاره دارد.

رایحه و روغن آسانس به طور معمول در طعم دهنده های طبیعی برای محصولات آبمیوه مرکبات استفاده میشود نیز شامل تعداد زیادی ترکیبات فرار پیدا شده در روغن سرد فشرده میباشد [۲۶].

(د) دیگر محصولات جانبی مرکبات

عمده محصول جانبی مرکبات که فراوری می شوند پوست، تفاله یا مغز ساقه و دانه ها می باشند که ۴۰ تا ۵۰ درصد وزن مواد خام به شمار می آیند. این باقیمانده ها می توانند به ۳ دسته اصلی پردازش شوند: غذای حیوانات، مواد خام استفاده شده برای استخراج بیشتر کالاهای قابل عرضه در بازار و محصولات غذایی. اگرچه اغلب محصولات جانبی مرکبات برای غذاهای حیوانات استفاده می شوند.

محصولات جانبی مفید زیادی وجود دارند که از قسمتهای مختلف مرکبات ساخته می شوند، از قبیل پکتین، خمیر کاغذ، شهد، مرباها، پوست شیرین شده، ادویه، پوره، پایه نوشیدنی، الکل مرکبات، شربت شیرین، سیتریک اسید، روغن هسته، فلاونوئیدها و دیگر محصولات.

در گذشته محصولات جانبی منبع در امد اضافی برای تعدادی پردازندگان مرکبات با مقادیر کم آب میوه شد. از این رو استفاده از محصولات جانبی مرکبات به منظور تولید کالاهای با ارزشتر به طور فزاینده ای مهم می باشد. زیرا تولید مرکبات در آینده افزایش می یابد و در آن هنگام تقاضا برای محصولات نوشیدنی و آب میوه مرکبات پیش می افتد. بنابراین لازم است که کاربردهای آینده محصولات جانبی مرکبات فراتر از استفاده اصلی کنونی مانند غذای کم ارزش حیوانات بسط یابد.

در مجموع رشد سریع کنونی صنعت میوه مرکبات، تا حد زیادی بدلیل افزایش جمعیت و شرایط اقتصادی مطلوب در کشورهای مصرف کننده دنیا و همچنین رشد سریع کشاورزی و فن اوری برای تولید محصولات جانبی می باشد. این حقیقت که مرکبات منبع غنی مواد معدنی ضروری، ویتامینها، و فیبرهای رژیمی همراه با طعم و مزه طبیعی ممتاز می باشند. مصرف کنندگان امروزه از نظر تغذیه هوشیارتر و آگاهتر می باشند. همچنین به افزایش تقاضا برای مرکبات و محصولات جانبی شان کمک می کنند.

۱-۵-تنوع مرکبات:

طبقه بندی عمومی: در نتیجه هیبریداسیون عظیم، هزاران گونه مرکبات در دنیا به معنای واقعی کلمه وجود دارد. بنابراین طبقه بندی رده گیاهی مرکبات با تنوع زیاد، بسیار پیچیده می شود و عموماً در مورد آن توافق نشده است.