

ترشحات گیاهی (۳)

سید محسن سیادت، کارشناسی ارشد شیمی تجزیه، گروه فیتوشیمی، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی باریج

صمغ‌ها

صمغ‌ها پلی‌ساکاریدها و یا کربوهیدرات‌های پیچیده با منشأ طبیعی هستند که قادر به افزایش ویسکوزیته محلول هستند. صمغ‌ها ترکیباتی هستند که از متابولیسم ثانویه در میکروارگانیسم‌ها، ماکروفیت‌ها و گیاهان عالی تولید می‌شوند. در صنایع غذایی از آن‌ها به‌عنوان عامل تغلیظ‌کننده، ژل‌کننده، امولسیفایر و پایدارکننده استفاده می‌شود. در صنعت به‌عنوان چسب، تصفیه‌کننده، پایدارکننده‌های کریستال، عامل انکپسولاسیون، عامل تورم، پایدارکننده کف، عامل لخته‌شدن و ... استفاده می‌شود.

ساختار و ویژگی‌ها

صمغ‌ها هیدروکلوئید طبیعی گیاهی هستند. بخش عمده ترکیب شیمیایی صمغ‌ها را پلی‌ساکاریدها تشکیل می‌دهند که به همراه آن ترکیبات ترپنویید و پروتئینی مانند باسورین و ترکیبات دیگری از قبیل اسیدگلوکورونیک، اسیداورونیک و اسیدگالاکتورونیک یافت می‌شود.

پلی‌ساکاریدهای یافت‌شده در صمغ‌ها بیشتر نمک‌های پلی‌ساکاریدی آنیونیک و نانیونیک (غیریونی) هستند. صمغ‌ها موادی بدون شکل و نیمه‌شفاف هستند که به فراوانی در گیاهان بعد از صدمه دیدن گیاه تولید می‌شوند. در اثر هیدرولیز پلی‌ساکارید صمغ‌ها، قندهای ساده‌تری مثل آرابینوز، گالاکتوز، گلوکز، مانوز و زایلوز به دست می‌آید. صمغ‌ها در آب به‌صورت کلوئیدی و قابل حل می‌باشند یا به‌طور کامل حل می‌شوند و یا متورم می‌شوند ولی در الکل و اتر حل نمی‌شوند.

کاربرد

صمغ‌ها دارای قابلیت تشکیل ژل یا تشکیل محلول ویسکوز و تثبیت سیستم‌های امولسیون می‌باشند. صمغ‌های محلول در آب به نام هیدروکلوئید شناخته می‌شوند که برای کاربردهای مختلف استفاده می‌شوند. از جمله کاربردهای آن‌ها عبارت است از: فیبرهای رژیمی، عامل ژل‌کننده، قوام‌دهنده، تثبیت‌کننده، امولسیفایر، عامل پوشش‌دهنده در صنعت قرص‌سازی.

در ساختار صمغ‌ها ترکیبات پلی‌ساکاریدی وجود دارد. در زیر به توضیح انواع پلی‌ساکاریدها و در ادامه به توضیح انواع صمغ‌ها و دیگر ترکیبات گیاهی که در ساختار آن‌ها پلی‌ساکاریدها یافت می‌شود می‌پردازیم.

انواع پلی‌ساکارید

پلی‌ساکاریدها به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

۱- هوموپلی‌ساکاریدها (Homopolysaccharides)

این ترکیبات از مونومرهای قندی مشابه به وجود می‌آیند. مانند نشاسته، گلیکوژن، سلولز و کیتین.

۲- هتروپلی‌ساکاریدها (Heteropolysaccharides)

این ترکیبات از مونومرهای قندی متفاوت حاصل می‌شوند مانند صمغ‌ها، موسیلاژ و پکتین.

صمغ‌ها به دلیل ساختمان پلی‌ساکاریدی خاصی که دارند، بسیار هیدروفیل هستند و به‌آسانی می‌توانند تا ۴۰۰ برابر حجم خود، آب جذب و ذخیره کنند. این مواد نقطه انجماد ندارند و در حلال‌های الکل و اتر نامحلول می‌باشند. با توجه به ساختمان شیمیایی ویژه در معده انسان و دام، صمغ‌ها تحت تأثیر آنزیم‌ها قرار نمی‌گیرند و لذا انرژی‌زا نیستند. این ترکیبات از لحاظ خصوصیات فیزیکی جانبی که دارند، کاربرد وسیعی در صنعت دارند. گیاهانی که صمغ‌های تجاری را تولید می‌کنند اغلب جزو گیاهان درختچه‌ای و یا درختی کُند رشد هستند. صمغ‌ها به اشکال مختلف مفتولی، قطره‌ای و یا ورقه‌ای ضخیم از گیاهان تراوش می‌شوند.

صمغ‌های قاتی (Ghatti gum)، صمغ عربی (Arabic gum)، صمغ کتیرا (tragacanth gum) و صمغ کارایا (karaya gum) از نظر تاریخی جزو مهم‌ترین صمغ‌های تجاری به شمار می‌آیند.

طبقه‌بندی صمغ‌ها

الف) تقسیم‌بندی صمغ‌ها بر اساس بار الکتریکی

۱- خنثی: کمتر تحت تأثیر و نمک قرار می‌گیرند مانند خرنوب و گوار و گزانتان.

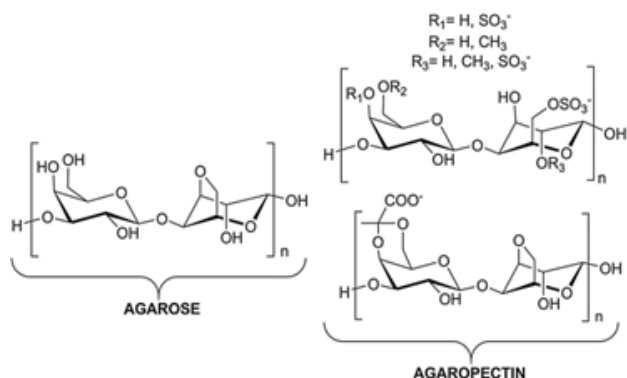
۲- آنیونی: بیشتر تحت تأثیر و نمک قرار می‌گیرند مانند آلژینات، کاراگینان، عربی، کتیرا و کارایا.

ب) تقسیم‌بندی صمغ‌ها بر اساس شکل ساختار

۱- صمغ‌های خطی و شاخه‌کوتاه:

ویژگی‌های آن عبارت‌اند از افزایش بیشتر ویسکوزیته، تمایل کمتر به تشکیل ژل و تشکیل سریع فیلم مانند صمغ‌های گزانتان و گوار.

۲- صمغ‌های انشعابی:



(شکل ۲)

آگار می‌تواند به‌عنوان ملین، مهارکننده اشتها، جایگزین گیاهی برای ژلاتین، قوام‌دهنده سوپ، نگهدارنده مربا، بستنی و دیگر انواع دسر مورد استفاده قرار گیرد. این ماده به‌عنوان یک سوپسترای جامد در تهیه محیط کشت میکروبی نیز کاربرد فراوانی دارد. ماده ژل‌مانند موجود در آگار، یک پلی‌ساکارید غیرمنشعب است و از دیواره سلولی برخی از گونه‌های جلبک قرمز (عمدتاً از جنس *Gracilaria* و *Gelidium*) گرفته می‌شود. برای اهداف تجاری آگار از *Gelidium amansii* به دست می‌آید.

ترکیب شیمیایی

آگار ترکیبی از دو پلی‌ساکارید آگارز و آگاروپکتین است. آگارز تقریباً ۷۰ درصد از این ترکیب را تشکیل می‌دهد. آگارز یک پلیمر خطی متشکل از واحدهای تکرارشونده آگاروبیوز (agarobiose) است. آگاروبیوز هم خود یک دی‌ساکارید است که از واحدهای دی-گالاکتوز و ۳-۶-انیدرو-ال-گالاکتوپیرانوز تشکیل شده است. آگاروپکتین ترکیبی هتروژن از مولکول‌های کوچک‌تر است که به مقدار کمتر وجود دارد و از واحدهای تکرارشونده دی-گالاکتوز و ال-گالاکتوز که با گروه‌های جانبی سولفات و پیرووات اصلاح شده‌اند تشکیل شده است. آلژینیک اسید (Alginic acid): آلژینیک اسید که آلژین یا آلژینات نیز نامیده می‌شود یک پلی‌ساکارید آنیونی است که در دیواره سلول نوعی جلبک قهوه‌ای وجود دارد که در تماس با آب به شکل صمغ ژله‌ای تغییر شکل می‌دهد. این پلی‌ساکارید تا ۲۰۰ برابر وزن خود آب را جذب کند. از این قابلیت در حوزه بهداشت و درمان در ساخت مواد پانسمان پیشرفته برای جذب ترشحات شدید زخم استفاده می‌شود. شکل ظاهری این ترکیب، پودر فیبری سفید و زرد است. آلژینات تجاری از گونه‌های *Macrocystis pyrifera* (شکل ۳) و *Ascophyllum nodosum* به دست می‌آید.



(شکل ۳)

ویژگی‌های آن عبارت‌اند از: افزایش کمتر ویسکوزیته، تمایل بیشتر به تشکیل ژل و تشکیل کندتر فیلم. مانند صمغ عربی و کتیرا.

ج) تقسیم‌بندی صمغ‌ها بر اساس منشأ پیدایش

صمغ‌ها از نظر موجودات تولیدکننده آن به نحو زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- صمغ‌های میکروبی

بعضی از میکروب‌ها با متابولیسم خود صمغ‌های گوناگونی را تولید می‌کنند. مانند صمغ‌های گزانتان (*Xanthan Gum*)، دکستران (*Dextran Gum*) و اسکروگلوکان (*Scleroglucan Gum*). از صمغ دکستران در انواع چاشنی‌ها، صنایع کنسروسازی و در نانوائی استفاده می‌شود. صمغ گزانتان (زانتان): این صمغ (شکل ۱) پلی‌ساکاریدی است که کاربردهای زیادی از جمله در افزودنی‌های غذایی دارد. یک عامل قوام‌دهنده قوی و پایدارکننده مناسب است. این صمغ می‌تواند از دامنه وسیعی از قندهای ساده طی فرایند تخمیر ایجاد شود. نام این صمغ از باکتری تولیدکننده این صمغ به نام *Xanthomonas campestris* مشتق شده است. در سال ۱۹۶۸ به‌عنوان افزودنی غذایی ایمن در آمریکا، کانادا و اروپا با شماره E415 پذیرفته شد. این صمغ با غلظت یک درصد باعث افزایش قابل توجه در ویسکوزیته مایعات می‌شود. از این صمغ برای پایداری امولسیون‌ها نیز استفاده می‌شود.



(شکل ۱)

۲- صمغ‌های جلبکی

بسیاری از جلبک‌ها نیز با متابولیسم خود صمغ تولید می‌کنند. مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از صمغ آگار (*Agar Gum*)، صمغ آلژین (*Alginate Gum*) و صمغ کاراژینان (*Carrageenan Gum*). این صمغ‌ها در صنایع غذایی، نساجی و پزشکی کاربرد دارند. صمغ آگار: آگار یا آگار-آگار (*agar-agar*) یک ماده ژله‌مانند است که از انواع خاصی از جلبک‌ها به دست می‌آید. این ماده از پلی‌ساکارید آگارز مشتق شده است و باعث استحکام دیواره سلولی در گونه‌های خاصی از جلبک‌ها می‌شود. با جوشاندن این نوع جلبک‌ها، آگار به بیرون آزاد می‌شود. این دسته از جلبک‌ها آگاروفیت (*agarophyte*) نام دارند و از راسته رودوفیتا (جلبک‌های قرمز) هستند. درواقع آگار مخلوطی از ۲ ترکیب است: پلی‌ساکارید خطی آگارز و ترکیب هتروژن مولکول‌های کوچک‌تری بنام آگاروپکتین (شکل ۲).

کاراگینان:



(شکل ۶)

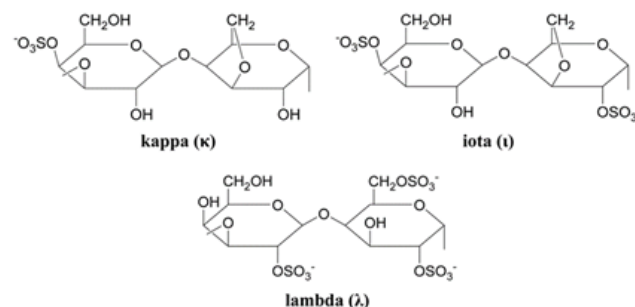
کاراگینان (Carrageenan Gum) ترکیبات پلی ساکارید سولفات خلی است که از جلبک‌های دریایی قرمز (شکل ۴) استخراج می‌شود. در صنعت غذا به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند. دارای ویژگی‌های ژل‌کننده، قوام‌دهنده و پایدارکننده می‌باشند. کاراگینان‌ها بسته به تعداد گروه سولفات موجود در ساختارشان به سه دسته کاپا، آیوتا و لامبدا تقسیم می‌شوند (شکل ۵). انواع مختلف کاراگینان حلالیت و خواص ژل‌کنندگی متفاوتی دارند.



(شکل ۴)



(شکل ۷)



(شکل ۵)

صمغ گوار

این صمغ که گواران (guaran) نیز نامیده می‌شود، ماده‌ای است که از دانه‌های گیاه گوار (شکل ۸) به دست می‌آید. این صمغ دارای ویژگی‌های تغلیظ‌کننده و پایدارکننده است. غلاف دانه‌های گیاه جدا می‌شود و سپس دانه‌ها آسیاب شده و الک می‌شوند تا صمغ گوار به دست آید (شکل ۹).

صمغ به رنگ کرم تا زرد کم‌رنگ است. دانه‌های گوار معمولاً در هند، پاکستان، آمریکا، استرالیا و آفریقا کشت داده می‌شود. دانه‌های گوار حاوی ۳۵ تا ۴۲ درصد گالاکتومانان (Galactomannan) است که از قندهای گالاکتوز و مانوز تشکیل شده است. این صمغ در آب غیر یونی و هیدروکلوئیدی است. این صمغ تحت تأثیر قدرت یونی و pH قرار نمی‌گیرد. اما ممکن است در درجه حرارت بالا و pH خیلی اسیدی و یا بازی تجزیه شود. در pH بین ۳ تا ۷ پایدار است. اسید قوی باعث هیدرولیز و کاهش ویسکوزیته و بازهای قوی نیز باعث کاهش ویسکوزیته می‌شوند. همچنین این صمغ در صنعت نساجی، کاغذسازی، مواد منفجره، صنایع آرایشی و بهداشتی، داروسازی و ... استفاده می‌شود.

۳- صمغ‌های گیاهی

گیاهان زیادی هستند که صمغ تولید می‌کنند. صمغ این گیاهان به دو گروه صمغ دانه و صمغ ساقه تقسیم‌بندی می‌شوند.

صمغ دانه:

دانه‌ها عموماً دارای ترکیبات نشاسته‌ای هستند و اغلب پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای آن‌ها کم است. ولی برخی از دانه‌ها ترکیبات هتروپلی ساکاریدی دارند و به‌منظور تولید صمغ کشت می‌شوند. از بین صمغ‌های دانه‌ای، صمغ‌های مربوط به دانه‌های خرنوب (Ceratonia) و گوار (Cyamopsis) از اهمیت بیشتری در صنعت برخوردار هستند. صمغ خرنوب از دانه‌های درخت خرنوب (شکل ۶ و ۷) (Ceratonia siliqua) و صمغ گوار از دانه‌های بوته‌های گوار (Cyamopsis tetragonoloba) تولید می‌شود.



(شکل ۱۰)



(شکل ۸)



(شکل ۱۱)



(شکل ۹)

صمغ ساقه

گیاهان زیادی هستند که از طریق ساقه و یقه، صمغ ترشح می‌کنند. مهم‌ترین این صمغ‌ها عبارت‌اند از: صمغ عربی، صمغ کارایا، صمغ قاتی و صمغ کتیرا.

صمغ عربی

مهم‌ترین صمغ تجارتی جهان، صمغ عربی (شکل ۱۰) است که از چند گونه درختی آکاسیا و به‌ویژه گونه *Acacia senegal* L. (شکل ۱۱) از تیره نخود (Leguminosae) به دست می‌آید.

این گونه نخستین بار در سودان کشت گردیده است و میزان تولید صمغ آن در سال، در حدود ۴۰ هزار تن است.

اصولاً کلمه صمغ عربی اصطلاح غلطی به نظر می‌رسد که به این صمغ داده شده است زیرا این صمغ در عربستان و بعضی از کشورهای عربی دیگر به مقدار بسیار کم یافت می‌شود و مقدار آن به قدری ناچیز است که صادر نمی‌شود ولی چون پزشکان قدیم ایرانی کتب خود را به زبان عربی که زبان رسمی آن زمان بوده تألیف نموده‌اند به این نام معروف شده است.

صمغ عربی به‌عنوان امولسیون‌کننده و سوسپانسیون‌کننده و به علت داشتن خاصیت چسبندگی آن، در قرص‌سازی به مصرف می‌رسد.

صمغ کارایا

صمغ کارایا یا gum sterculia که به صمغ کتیرای هندی نیز معروف است از ترشحات درختان جنس *Sterculia* به دست می‌آید. از لحاظ شیمیایی این صمغ یک پلی‌ساکارید اسیدی است که از قندهای گالاکتوز، رامانوز و گالاکتورونیک‌اسید تشکیل شده است.

این صمغ بی‌رنگ یا زردرنگ و نیمه‌شفاف بوده و در طب سنتی به خاطر خاصیت مسهلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌عنوان تغلیظ‌کننده و امولسیفایر در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این صمغ در داروسازی به‌عنوان عامل امولسیون و سوسپانسیون‌کننده به مصرف می‌رسد و به علت خاصیت چسبندگی آن در دندانپزشکی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این صمغ از ترشحات گیاه *Sterculia urens* (شکل ۱۲) نیز به دست می‌آید.



(شکل ۱۴)

پودرهای غیرمحللول به کار می‌برند. علاوه بر این از آن در فرآورده‌های مختلف دارویی برای امولسیون کردن روغن‌ها و رزین‌ها نیز استفاده می‌شود. صمغ کتیرا را در صنعت قرص‌سازی و حب‌سازی به‌عنوان به هم چسباننده و در صنایع آرایشی به‌ویژه در لوسیون‌ها، کرم‌های دست و کرم‌های بدون چربی، به‌عنوان نرم‌کننده و امولسیون‌کننده به کار می‌برند. همچنین از آن به‌عنوان ماده چسباننده برای دندان مصنوعی استفاده می‌کنند. نوع مرغوب کتیرا در صنعت پارچه‌بافی به‌خصوص چیت‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مؤمن حسینی در کتاب تحفه‌المومنین صمغ کتیرا را به‌عنوان برطرف‌کننده گرفتگی صدا به‌کاربرده و ابن‌سینا در کتاب القانون فی الطب صمغ کتیرا را برای درمان ناراحتی‌های سینه توصیه نموده و برای آن خاصیت ملین و ضد دردهای کلیه و مثانه قائل شده است.



(شکل ۱۵)



(شکل ۱۲)

صمغ قاتی

این صمغ از درخت *Anogeissus latifolia wall* (شکل ۱۳) از خانواده Combretaceae تولید می‌شود. صمغ قاتی یا هندی، کاربرد زیادی در صنعت دارد. محل رویش این درخت در مناطقی است که درخت کارایا در هندوستان می‌روید.



(شکل ۱۳)

صمغ کتیرا:

صمغ کتیرا (*Tragacanth*) (شکل ۱۴) که در اثر شکاف‌دادن ساقه‌های بعضی از جنس‌های گون (*Astragalus*) از تیره نخود به دست می‌آید و به‌صورت خشک به بازار عرضه می‌گردد.

در ایران ۹۰۰ گونه گون می‌روید که حدود ۱۵۶ گونه آن مولد کتیرا است. بهترین صمغ کتیرا از گونه گون سفید *Astragalus gossypinus* Fischer و *Astragalus microcephalus*. *Astragalus gummifer* و *Astragalus echinaeformis* Sirjaev تهیه می‌شود (شکل ۱۵).

Tragacanth یک لغت یونانی است که از دو قسمت تشکیل شده یکی *Tragos* به معنی بز و دیگری *Akantha* به معنی شاخ و ظاهراً این اصطلاح به این منظور انتخاب شده که محصول کتیرا شبیه به شاخ بز است.

کتیرای نوع مرغوب را در داروسازی به‌عنوان عامل سوسپانسیون‌کننده

صمغ سقز

صمغ سقز از گیاهان جنس بنه (Pistacia) که متعلق به خانواده Anacardiaceae است تولید می‌شود.

از این صمغ به‌طور عمده در صنایع غذایی و بهداشتی استفاده می‌شود. نام انگلیسی درخت بنه tree Persian turpentine است.



(شکل ۱۶)

موسیلاژها یا لعاب‌ها

این مواد مخلوط‌های آمورف (بی‌شکل) پلی‌ساکاریدی هستند که همراه آب، ماده چسبناک و لزجی را به وجود می‌آورند. این مواد لزج در آب سرد متورم می‌شوند و ماده ژله‌ای تشکیل می‌دهند. در آب گرم حل شده، محلول‌های کلوئیدی می‌سازند که در صورت سرد شدن دوباره به حالت ژله‌ای درمی‌آیند. این مواد در گیاهان به علت قدرت بالای جذب آب نقش مخزن را بازی می‌کنند، در جوشانده و دم‌کرده‌ها این مواد برای کاهش تحریکات فیزیکی یا شیمیایی مؤثرند. این ترکیبات برای تورم مخاط مفید بوده، به‌خصوص برای درمان تورم‌های مجاری تنفسی و معده مناسب هستند. در عین حال درد کوفتگی را کاهش داده و مصرف ضماد آن پوست را نرم می‌کند. با کاهش حرکات دودی روده و کمک به عمل جذب، برای اسهال نیز مؤثر واقع می‌شوند. گیاهان لعاب‌دار خواه به‌تنهایی و خواه به‌صورت مخلوط در جوشانده‌ها مصرف می‌شوند. از بین آن‌ها می‌توان به گل و ریشه خطمی، گل و برگ پنیرک، برگ و گل گیاه پای‌خر، دانه شنبلیله و دانه کتان اشاره کرد.

تفاوت صمغ و موسیلاژ

صمغ‌ها بعد از آسیب دیدن گیاه به دنبال جراحت گیاه و یا شرایط نامطلوب خارجی تولید می‌شوند. موسیلاژها معمولاً محصول نرمال متابولیسم می‌باشند که در داخل سلول‌های گیاهی تشکیل می‌شوند. صمغ‌ها به‌آسانی در آب حل می‌شوند در حالی که موسیلاژها توده لزج و لیزی تشکیل می‌دهند. موسیلاژ فرآورده فیزیولوژی یک گیاه است در حالی که صمغ‌ها فرآورده پاتولوژیکی یک گیاه می‌باشند.

موسیلاژها در قسمت‌های مختلف یک گیاه وجود دارند. به‌عنوان مثال در سلول‌های اپیدرمی برگ (سنا)، غلاف دانه (تخم کتان و اسفرزه)، ریشه (ختمی) و شاخه‌ها (درخت نارون)، لایه بین‌سلولی به نام تیغه میانی (Middle Lamella) در (آلوئه ورا).

مزایا و معایب کاربرد موسیلاژها و صمغ‌ها

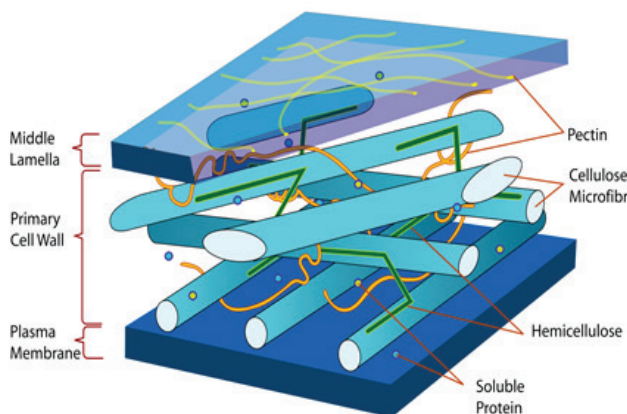
در صنعت داروسازی

دسترسی آسان، ارزان بودن، غیرسمی و ایمن بودن، سازگاری با محیط زیست و زیست‌تخریب‌پذیری از مزایای صمغ‌ها و موسیلاژها می‌باشد. از معایب استفاده از آن‌ها کاهش ویسکوزیته بعد از یک مدت‌زمان طولانی، متغیر بودن کیفیت صمغ و فرآورده نهایی از یک بچ تا بچ دیگر، آلودگی میکروبی بالا و متغیر و غیرقابل کنترل بودن سرعت جذب آب آن‌ها می‌باشد.

پکتین

پلی‌ساکاریدهایی هستند که مثل لعاب‌ها تشکیل ماده ژله‌ای می‌دهند. پکتین‌ها در بسیاری از میوه‌ها وجود دارند و در آب‌میوه‌ها و سبزی‌ها از قبیل آب سیب، پختندر و هویج به فراوانی یافت می‌شوند.

پکتین هتروپلی‌ساکاریدی است که در دیواره سلولی گیاهان خشکی‌زی یافت می‌شود. اولین بار در سال ۱۸۲۵ توسط Henri Braconnot جداسازی و معرفی شد. به‌طور تجاری به‌صورت یک پودر سفید تا قهوه‌ای روشن که به‌طور عمده از مرکبات استخراج می‌شود تولید می‌شود. پکتین در صنعت غذایی به‌عنوان عامل ژل‌کننده خصوصاً در ژل‌ها و مرباجات استفاده می‌شود. همچنین در داروسازی و شیرینی‌پزی به‌عنوان پایدارکننده استفاده می‌شود. پکتین به‌عنوان فیبر طبیعی باعث افزایش دفع مواد زائد از روده و در نتیجه کاهش خطر ابتلا با بیماری‌های مرتبط با دستگاه گوارش شده و نیز به دلیل پیوند با چربی‌ها و دفع آن‌ها موجب کاهش بیماری‌های قلبی عروقی و نیز کمک به کاهش وزن می‌شود. پکتین بیشتر در دیواره‌های سلولی و لایه بین‌سلولی (تیغه میانی) در بخش غیرچوبی گیاهان خشکی‌زی یافت می‌شود. پکتین در اتصال سلول‌های گیاهی به یکدیگر نقش بازی می‌کند.



(شکل ۱۷)

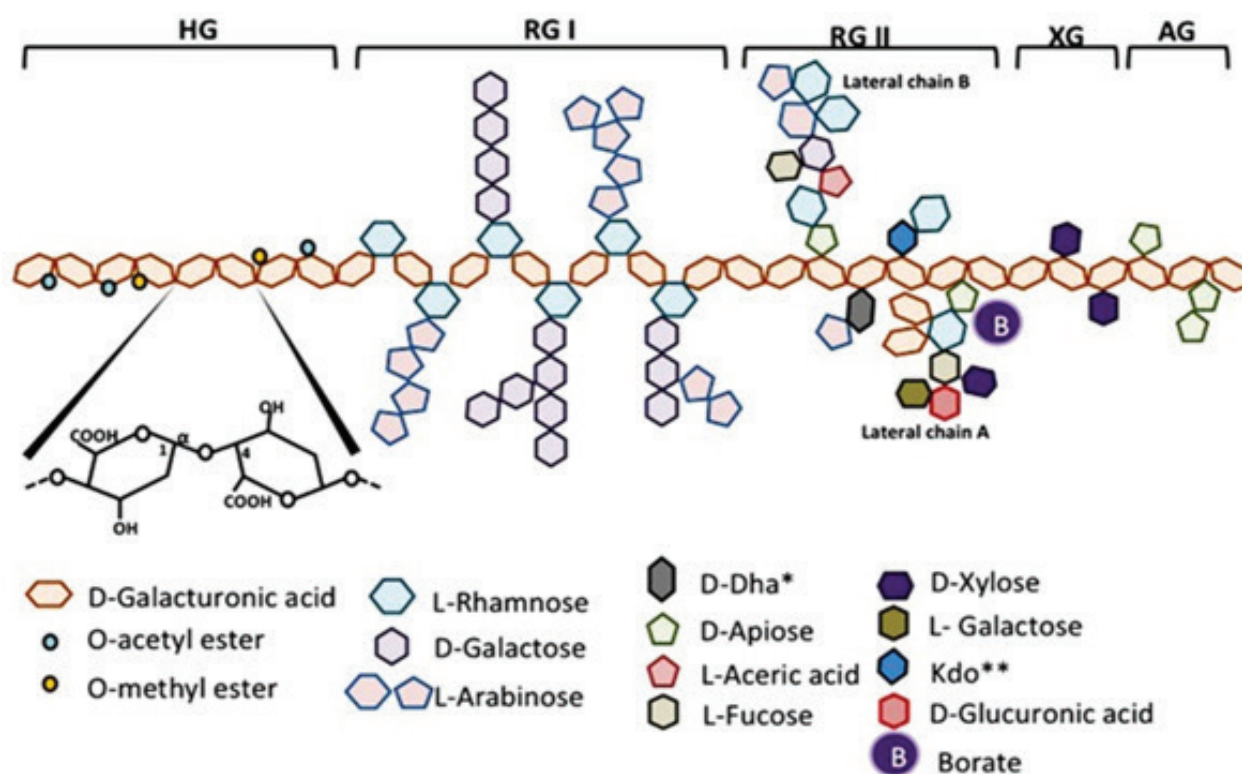
مقدار، ساختار و ترکیب شیمیایی پکتین در گیاهان مختلف در طی رشد گیاه و قسمت‌های مختلف یک گیاه متفاوت است. پکتین یک پلی‌ساکارید مهم دیواره سلولی است که به دیواره سلولی قابلیت انبساط و کشش و رشد بافت گیاهی را می‌دهد. در طول رسیدن میوه، پکتین توسط آنزیم پکتیناز و پکتین استراز، تخریب می‌شود. در این فرایند لایه بین سلولی تخریب و سلول‌ها از هم جدا می‌شوند در نتیجه میوه نرم‌تر می‌شود. ساختار دقیق پکتین‌ها هنوز مورد تحقیق و بررسی است. ولی به‌طور کلی

متوکسیلاسیون به صورت درصد واحدهای گالاکترونیک اسید استری شده به تعداد کل واحدهای گالاکترونیک اسید در پکتین بیان می شود. درجه متوکسیلاسیون بر روی خصوصیات انحلال و تشکیل ژل پکتین اثرگذار است.

پکتین با بیشتر از ۵۰ درصد گروه متوکسیل به عنوان متوکسیل بالا (high methoxy, HM) (شکل ۱۹) و کمتر از ۵۰ درصد گروه متوکسیل به عنوان متوکسیل پایین (low methoxy, LM) (شکل ۲۰) تقسیم بندی می شود.

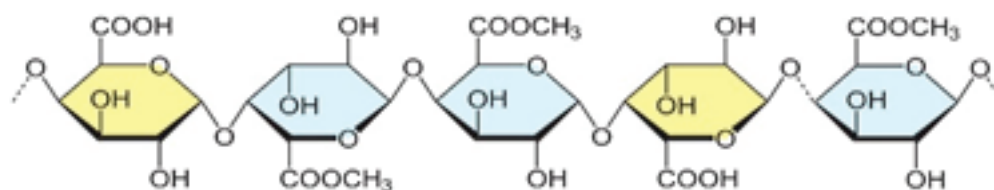
ساختار آن پلیمری و تا حدود ۸۵ درصد گالاکترونیک اسید در ساختار آن ها موجود است. یکی از ساختارهای ارائه شده در مقالات، در شکل ۱۸ ارائه شده است. وزن مولکولی آن بیش از ۱۵۰۰۰۰ دالتون است.

در ساختار پکتین متیل استر گالاکترونیک اسید و یا نمک آن ها (سدیم، پتاسیم، کلسیم و آمونیوم) وجود دارد. پکتین طی استخراج عصاره آبی مواد خوراکی گیاهی و به دنبال آن رسوب با الکل یا نمک ها به دست می آید. پکتین معمولاً با توجه به درجه متوکسیلاسیون آن ها (degree of methoxylation, DM) تقسیم بندی می شود. درجه

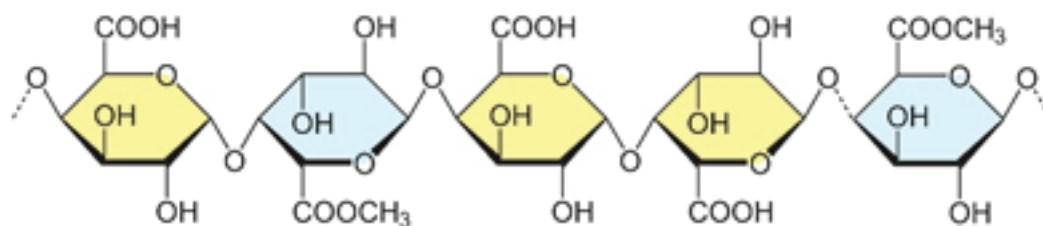


*D-Dha = 3-deoxy-D-lyxo-2-heptulosaric acid
**Kdo = 3-deoxy-D-manno-2-octulosonic acid

(شکل ۱۸)



(شکل ۱۹)



(شکل ۲۰)