

## کیتوزان، کاربرد ها و خصوصیات شیمیایی آن

### مجید پورداراب<sup>۱</sup>، سینا شکری<sup>۲</sup>، حبیبه زارع<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دبیر علوم تجربی و دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی فیزیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرودشت

<sup>۲</sup> شیمی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری رشته فیزیولوژی گیاهی، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

---

#### چکیده

کیتین و کیتوسان به عنوان فراوان ترین آمینو پلی ساکارید ها در طبیعت، دارای خصوصیتی از جمله سازگاری زیستی بالا، سمیت پایین، زیست تخریب پذیری و خواص ضد میکروبی قابل قبول هستند. این خصوصیات منحصر به فرد، موجب شد تا کیتین و کیتوسان توجه زیادی را نه تنها از نظر فراوانی در منابع طبیعی بلکه به دلیل پتانسیل بالا، جهت تهیه مواد کاربردی، به طرف خود معطوف کنند. پیشرفت های گسترده ای در بهبود خواص آن ها به منظور استفاده در مهندسی بافت، ترمیم زخمها و سیستم های انتقال و رهایش دارو حاصل شده است. این مقاله تلاش می کند که یک چشم انداز کلی از خصوصیات و کاربردهای صنعتی و پزشکی این بیوپلیمرها را نشان دهد.

**واژه های کلیدی:** پزشکی، کیتوزان، کیتین، کیتوسان، صنایع غذایی

---

## مقدمه

کیتین با نام شیمیایی  $\beta$ -D (1-4) N-acety- glucosamine است که پس از داستیله شدن، بنام کیتوزان، با نام علمی  $\beta$ -D (1-4) -2-amino-2-deoxy-  $\alpha$ - glucan تبدیل می‌شود که به واسطه حذف گروه استیلی و ایجاد گروه آمینی، خاصیت بازی پیدا کرده و یک پلیمر جداگانه با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت محسوب می‌شود (Pariser and Lombardi., 1988). این دو پلیمر، پلی ساکارید نیتروژن دار طبیعی هستند که در ساختمان شیمیایی هر کدام بیشتر از پنج هزار مونومر گلوکز آمین وجود دارد (Adler, 1997). به علت ساختار شیمیایی، خصوصیات و عملکردهای متفاوت، باعث شده که تاکنون بیش از سه هزار اختراع کاربردی از کیتین و کیتوزان و مشتقات آن‌ها به ثبت برسد (Seaborne; 2001). کیتین از فراوان ترین به یو پلیمرها بعد از سلولز می‌باشد. کیتین یک پلی ساکارید طبیعی است و به طور برجسته در پوسته سخت پوستانی مثل خرچنگ و میگو، کوتیکول حشرات و دیواره سلولی قارچ‌ها یافت می‌شود. تاریخچه کیتین و کیتوسان به قرن ۱۹ میلادی باز می‌گردد بر می‌گردد. برای اولین بار در سال ۱۸۱۱ یک دانشمند فرانسوی به نام براکونوت کیتین را از قارچ استخراج کرد. سپس روگت در سال ۱۸۵۹ کیتوسان را از فرآیند استیل زدایی بازی کیتین در حضور هیدروکسید پتاسیم به دست آورد و در نهایت در سال ۱۹۵۰ ساختار آن به طور کامل کشف شد (Khor, 2001). کیتین و کیتوسان به عنوان یک آمینو پلی ساکارید طبیعی که دارای ساختمان بی نظیر و خصوصیات چند منظوره هستند به طور وسیعی در پزشکی و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله خصوصیات بارز آن‌ها می‌توان به سازگاری زیستی بالا، زیست تخریب پذیری قابل قبول در کنار سمیت پایین، همچنین خواص آنتی باکتریال و ضد حساسیت آن‌ها اشاره کرد (Jayakumar et al., 2007; Rinaudo, 2008; Mourya and Inamdar, 2008; Kurita, 2006; Hirano, 1999; Kurita, 1998). پلی ساکارید های موجود در طبیعت از جمله سلولز<sup>۱</sup>، دکسترین<sup>۲</sup>، پکتین<sup>۳</sup>، آلجینیک اسید<sup>۴</sup>، آگار<sup>۵</sup>، آگارز<sup>۶</sup> و کاراجینان<sup>۷</sup> به صورت خنثی و اسیدی می‌باشند. در حالی که کیتین و کیتوسان به صورت بازی در طبیعت موجود است. وجود همین خصوصیت منحصر بفرد است که آن‌ها را قادر می‌سازد تا به صورت شیمیایی با چربی‌ها، کلسترول، پروتئین‌ها، RNA، DNA و یون‌های فلزی پیوند تشکیل دهند. کیتین به دلیل خاصیت چربی دوستی بالا در آب و بسیاری از حلال‌های آلی نامحلول بوده و کیتوسان نیز در محلول اسیدهای رقیق در اسیدپته کمتر از شش قابل حل است. این پلیمرها در صنایع مختلف داروسازی، آرایشی، کشاورزی، صنایع غذایی، تولیدات گیاهی، پالایش آب، زیست فناوری، پزشکی، کاغذ سازی، پالایش فلزات سنگین، تغذیه حیوانات، شیمی فیبر و نساجی کاربرد دارند (Adler, 1997). تا حال بیش از ۳۰۰ منبع مختلف از انواع بی مهرگان و گیاهان دریایی، آلگ‌ها، باکتری‌ها، حشرات، قارچ‌ها، مخمرها و ... برای استخراج این مواد مورد بررسی قرار گرفته اند (Pagel, 1999). در حال حاضر پوسته میگو، خرچنگ و کریل منابع اصلی استخراج این مواد است. میزان نیاز جهانی کیتین ۱۵۰۰۰۰ تن در سال برآورد شده در حالی که میزان تولید فعلی آن ۳۰۰۰ تن در سال می‌باشد عدم امکان تولید بیشتر به دلیل محدودیت منابع (Charles, 1998) قابل دسترس و فصلی بودن صید سخت پوستان می‌باشد. در حال حاضر بیش از ۴۵ شرکت در دنیا به تولید و تجارت آن اشتغال دارند، تجارت جهانی آن‌ها سالانه که ژاپن بزرگترین مصرف کننده، میلیون‌ها

---

1. Cellulose

2. Dextran

3. Pectin

4. Alginic acid

5. Agar

6. Agarose

7. Carrageenan

دلار می باشد و آمریکا بزرگترین تولیدکننده آن می باشند. نظر به اهمیت و کاربردهای فراوان این دو کو پلیمر طبیعی دستیابی به منابع جدید و روش های نوین در عمل آوری آن ها مد نظر بسیاری از کشورها می باشد (Hein *et al.*, 2001).

### خصوصیات شیمی و فیزیکی کیتین و کیتوسان

اصلی ترین پارامترهایی که تأثیر مستقیم بر خواص کیتین و کیتوسان دارند عبارت از وزن مولکولی<sup>۸</sup>، درجه استیل زدایی<sup>۹</sup> و میزان بلورینگی<sup>۱۰</sup> می باشد اما برای کاربردهای انسانی از جمله صنایع غذایی و پزشکی علاوه بر موارد بالا، درصد خلوص (محتوای خاکستر تولید شده)، میزان رطوبت، محتوای فلزات سنگین و میزان پروتئین آن ها نیز تعیین می شود (Li *et al.*, 1992; Baxter *et al.*, 1992; Tharanathan and Kittur, 2003). امروزه در بازار، معمولاً درجه استیل زدایی و وزن مولکولی کیتین و کیتوسان مشخص می شود.

### خصوصیات بیولوژیکی کیتین و کیتوسان

کیتین و کیتوسان توجه زیادی را به خصوص در زمینه صنایع پزشکی و دارویی به خود جلب کرده اند از مهمترین خصوصیاتی که آنها را مناسب این کاربرد ها کرده است می توان به سازگاری زیستی بالا، زیست تخریب پذیری و غیر سمی بودن آنها اشاره کرد. علاوه بر این موارد، خصوصیات بیولوژیکی چون چسبندگی زیستی، ضد سرطان، ضد میکروب، کاهش دهنده التهاب و درد، آنتی اکسیدان، منعقد کننده خون و کاهش دهنده کلسترول، آن ها را از دیگر پلیمرهای زیستی متمایز کرده است (Koide, 1998; Kumar *et al.*, 2004) بیش از یک دهه است که از آنها به عنوان یک ترکیب بی خطر در فرمولاسیون داروها استفاده می شود همچنین به دلیل خاصیت چسبندگی که دارد می تواند به عنوان ماده مؤثر در اتصال بافت های سخت و نرم به هم به کار رود (Felt *et al.*, 1998) فیلم های تهیه شده از کیتوسان با درجه پایین از استیل زدایی برای بهبود زخم بسیار مناسب هستند. آن ها به سطح بافت چسبیده و باعث افزایش کراتینوساید شده و به دنبال آن تولید بافت جلدی می کنند (Chatelet *et al.*, 2001) جدول یک به طور خلاصه رابطه بین ساختار و خواص کیتین و کیتوسان را نشان می دهد. درک صحیح از ساختار کیتین و کیتوسان می تواند کمک زیادی در کنترل خواص این گونه از به یو پلیمرها به ما بدهد. به عنوان مثال کنترل سرعت تخریب پذیری کیتین و کیتوسان بسته به کاربرد و نوع استفاده آنها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. سرعت تخریب پذیری آن ها با کاهش درجه استیل زدایی (DD) و کاهش طول زنجیره پلیمر (Mw)، افزایش می یابد. برعکس، چسبندگی زیستی بیو پلیمرها با افزایش درجه استیل زدایی (DD) و افزایش طول زنجیره پلیمر (Mw)، زیاد می شود که دلیل آن را می توان افزایش برهمکنش گروه های آمین کیتوسان با سلول دانست.

<sup>8</sup>. Molecular weight

<sup>9</sup>. Degree of Deacetylation, DD

<sup>10</sup>. Crystallinity

## جدول ۱- رابطه بین ساختار و خصوصیات کیتین و کیتوسان

مرجع	مشخصات	خصوصیت
(Cho et al., 2000; Zhang and Neau, 2001)	DD ↑	حلالیت
(Aranaz et al., 2009)	DD ↓	بلورینگی
(Kofuji et al., 2005)	DD ↑	گرا نروی
(Kurita et al., 2000; Huang et al., 2004)	DD, ↓ Mw ↓	زیست تخریب پذیری
(Chatelet et al., 2001; Schipper et al., 1996)	DD ↑	زیست سازگاری
(He et al., 1998; Roldo et al., 2004)	DD, ↑ Mw ↑	چسبندگی
(Helander et al., 2001; Liu et al., 2001)	DD, ↑ Mw ↑	ضد میکروبی
(Okamoto et al., 2002)	DD ↑	ضد درد و التهاب
(Park et al., 2004a; Xing et al., 2005)	DD, ↓ Mw ↑	آنتی اکسیدان
(Park et al., 2004b; Yang et al., 2008)	DD ↑	انعقاد دهنده خون

## کاربردهای کیتین و کیتوسان

حلالیت پایین کیتین، مهمترین عامل محدود کننده مصرف این بیوپلیمر محسوب می‌شود. علیرغم این محدودیت، تا کنون کاربردهای زیادی از کیتین و مشتقات آن گزارش شده است (Rathke and Hodson, 1994) از این رو کیتوسان به دلیل وجود گروه های آمین آزاد در طول زنجیره پلیمر و توانایی تشکیل کیلیت و حلالیت خوب در اسیدهای ضعیفی چون اسید استیک، جایگاه مناسبی را در بین پلی ساکاریدها به خود اختصاص داده است. الیاف ساخته شده از کیتین و کیتوسان برای تهیه نخ های بخیه قابل جذب و همچنین تهیه پارچه های جهت بهبود زخم بسیار مؤثر هستند (Hudson and Smith, 1998) و پارچه های تهیه شده از این الیاف می‌تواند برای تصفیه فاضلاب ها از یون‌های فلزات سنگین مورد استفاده قرار گیرند (Ravi Kumar et al., 1998). کیتین و کیتوسان به دلیل خواص شیمیایی و فیزیکی بسیار مناسب و همچنین خواص زیستی منحصر به فرد در صنعت و پزشکی جایگاه بسیار خوبی نسبت به دیگر پلی ساکاریدها پیدا کرده‌اند که در ادامه به بعضی از موارد استفاده آن‌ها اشاره می‌شود.

## کاربردهای صنعتی

## تصفیه فاضلاب و مهندسی آب

کیتوسان به دلیل ماهیت پلی کاتیونی، می‌تواند به عنوان یک عامل لخته کننده عمل کند و همچنین می‌تواند به عنوان یک عامل کیلیت کننده، یون‌های فلزات سنگین را به دام بیندازد. ولتروسکی و همکارانش توانستند با استفاده از مشتقات کیتوسان در یک محیط اسیدی یون‌های فلزی را از فاضلاب خارج کنند (Weltroszki et al., 1996) کیتوسان می‌تواند به طور کامل با رزین ها ترکیب شده و برای به دام انداختن فلزات سنگین از آب، به کار رود. کیتین نیز می‌تواند برای حذف مواد رادیو اکتیو در فاضلاب های حاوی یون‌های اورانیوم (Schleuter et al., 2013) و همچنین آب های دارای استات جیوه مورد استفاده قرار گیرد (Jeon and Holl, 2003). مخلوطی از کیتین و کیتوسان برای جذب آرسنیک از آبهای آشامیدنی به کار

رفته است (Elson *et al.*, 1980) حتی نسل جدیدی از غشاهای کیتین و کیتوسان ساخته شده اند که کاربرد زیادی در دستگاه های دیالیز، همو دیالیز، اسمز معکوس دارند و برای خالص کردن آب استفاده می شوند.

### صنایع کاغذ سازی و بسته بندی

زیست تخریب پذیری و سازگاری بالای آن با محیط زیست باعث شده است که از کیتین و کیتوسان در صنایع بسته بندی و همچنین کاغذهای قابل بازیافت استفاده شود. کیتوسان به دلیل شباهت زیاد ساختاری با سلولز می تواند به راحتی در کارخانه های کاغذ سازی استفاده شود. کاغذهای تولیدی از کیتوسان دارای سطح صاف و مقاومت بالا در برابر رطوبت هستند که بسیار برای چاپ و نقاشی مناسب می باشند. همچنین به دلیل پیوندهای هیدروژنی بین زنجیرهای پلیمر، کاغذ قابل انعطاف و محکم بوده و در مقابل پارگی مقاومت می کند. علاوه بر این، کیتوسان به دلیل خاصیت ضد میکروبی، در صنایع بسته بندی مواد غذایی استفاده می شود (Khwaldia *et al.*, 2010).

### صنایع نساجی

الیاف های طبیعی چون سلولز و پروتئین، نسبت به الیاف های ساخته دست بشر، در برابر باکتری ها آسیب پذیر تر هستند. از این رو استفاده از عوامل ضد باکتری برای جلوگیری یا به تأخیر انداختن رشد باکتری، بسیار ضروری و به عنوان یک اصل استاندارد در تهیه منسوجات، از اهمیت بالایی برخوردار است. با این حال، نگرانی عمومی از ساختار شیمیایی و سمی این عوامل ضد باکتری و تاثیری که بر محیط زیست و موجودات زنده دارند و نیز کارایی و دوام پایین، کاربردشان را محدود کرده است (Ye *et al.*, 2005) در نتیجه کیتوسان به عنوان یک به یو پلیمر طبیعی غیر سمی، زیست تخریب پذیر و سازگار با محیط زیست گزینه مناسبی برای استفاده در صنایع نساجی است و علاوه بر این، خاصیت ضد باکتری این نمونه از الیاف ها موجب شده که امروزه از آن ها در لباس های ورزشی، البسه خانم ها، کودکان و لباس های ظریف، زیبا، ضد بو و ضد حساسیت استفاده شود (Kenawy *et al.*, 2010).

### مواد آرایشی و بهداشتی

معمولاً اسیدهای آلی به عنوان یک حلال مناسب در مواد آرایشی و بهداشتی به کار می روند. یک پلی آمینو ساکارید مثل کیتوسان می تواند به راحتی در محیط های خنثی و اسیدی به صورت ژل درآید ولی برخلاف اکثر هیدروژل هایی که خاصیت آنیونی دارند؛ کیتوسان خاصیت کاتیونی دارد. همین ویژگی سبب می شود که به عنوان یک محافظ پوست و مو به کار رود. کیتوسان با بسیاری از ترکیبات مورد استفاده در مواد آرایشی، سازگار است و بسیاری از اشعه های فرا بنفش را جذب و یا اثر آنها را کاهش می دهد کیتوسان و مو از نظر بار الکتریکی مکمل یکدیگر هستند، به طوریکه کیتوسان دارای بار مثبت و مو دارای بار منفی است و یک محلول شفاف کیتوسان به صورت یک پوشش انعطاف پذیر روی پوست و مو قرار گرفته و باعث افزایش نرمی و لطافت آن می شود. کیتین و کیتوسان هر دو در شامپو ها، رنگ موها، امولسیون ها، افشانه ها و تقویت کننده های مو استفاده می شوند دو ویژگی مهم کیتین، کیتوسان و مشتقات آن ها باعث شده تا به عنوان یک کاندیدای خوب برای محافظت از پوست به شمار آیند. الف. از نظر بار الکتریکی مثبت هستند ب. وزن مولکولی آن ها عموماً بالا است و نمی توانند به داخل پوست نفوذ کنند. بنابراین از آن ها به عنوان یک مرطوب کننده استفاده می شود. آن ها همچنین در لاک ناخن، کرم ها،

سایه چشم و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند (Dutta *et al.*, 2004) هر دو کیتین و کیتوسان باعث خنکی و طراوت هوای دم شده و از رشد باکتریها و فساد دندان‌ها جلوگیری می‌کنند و همین خاصیت موجب شده است که در خمیر دندانها، دهانشویه‌ها و آدامس‌ها به کار روند. کیتوسان به عنوان یک ماده پرکننده دندان به کار می‌رود که می‌تواند قارچ‌های روی سطح دندان را از بین ببرد (Sapelli *et al.*, 1986) کیتوسان دارای تمام مشخصاتی است که یک لنز تماسی ایده آل باید داشته باشد از قبیل پایداری مکانیکی، شفافیت بالا، نفوذ پذیری در مقابل هوا به خصوص اکسیژن، مرطوب بودن، زیست سازگار بودن، ضد میکروب بودن، از این رو کاربرد وسیعی در چشم پزشکی برای تهیه لنزهای تماسی دارد (Jing *et al.*, 1996).

### صنایع غذایی

کیتوسان به عنوان یک افزودنی غذایی از سال‌های ۱۹۹۵ و ۱۹۸۳ میلادی به ترتیب در کشورهایی مثل کره و ژاپن مصرف می‌شود (Weiner, 1992) افزایش تقاضای مصرف کنندگان برای غذاهایی با کیفیت بالا و از نظر بیولوژیکی سالم به همراه فراوانی نسبی آن باعث شده است که محققین و مراکز صنعتی زیادی توجه خود را روی این به یو پلیمر متمرکز کنند. کیتوسان بیشتر به عنوان یک افزودنی غذایی و همچنین به عنوان یکی از اجزاء سازنده مواد بسته بندی، نه تنها در جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها در غذا بلکه در بهبود کیفیت آن نیز مؤثر است. به دلیل ویژگی‌هایی چون خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی و نیز جلوگیری از تغییر طعم و مزه و افزایش ماندگاری، از کیتوسان به عنوان یک افزودنی در فرآورده‌های گوشتی و لبنی استفاده می‌شود. گزارش‌ها نشان داده است که افزودن ۱ درصد کیتوسان به گوشت می‌تواند تا ۷۰ درصد از اکسیداسیون چربیها را در دمای ۴ درجه سانتیگراد کاهش دهد. همچنین کیتوسان می‌تواند مانع از یخ زدگی بیش از حد فرآورده‌های گوشتی شود (Kanatt *et al.*, 2008; Sagoo *et al.*, 2002) کیتین و کیتوسان می‌توانند به عنوان افزودنی غذایی جهت بهبود بافت آنها در ماکارونی، نان، و کلوچه‌ها استفاده شوند. این اثرات به دلیل خواص ضد میکروبی و توانایی آنها در جهت کنترل پس روی<sup>۱۱</sup> نشاسته می‌باشد. کریستال‌های کیتین تأثیر مثبتی بر افزایش حجم قرص نان‌های سفید و نان‌های غنی از پروتئین دارند (Knorr, 1982) کیتوسان به دلیل بار جزئی مثبت می‌تواند در جداسازی ذرات کلوئیدی از آرمیوه‌ها جهت شفاف سازی، مورد استفاده قرار گیرد (Chatterjee *et al.*, 2004) همچنین از آن برای کنترل اسیدیته آرمیوه‌ها نیز استفاده می‌شود (Imeri and Knorr, 1998) در مقایسه با محلول، فیلم‌های تولید شده از کیتوسان بی‌خطرند و به طور وسیعی برای بسته بندی غذاها استفاده می‌شوند. این بسته بندی‌ها علاوه بر این که دارای خاصیت ضد میکروبی هستند از ویژگی مکانیکی خوبی نیز برخوردار می‌باشند (Moller *et al.*, 2004) همچنین به جای استفاده از مواد نفتی مثل پلی اتیلن و پلی پروپیلن که غیر خوراکی و از طرفی غیرقابل تجزیه زیستی می‌باشند، کیتوسان می‌تواند بهترین گزینه در این خصوص باشد.

### کشاورزی

افزایش تقاضای مصرف کنندگان برای استفاده از محصولات تازه و عاری از ترکیبات شیمیایی (محصولات ارگانیک) و همچنین تمایل عمومی برای پیدا کردن یک روش جایگزین و کم هزینه جهت نگهداری محصولات کشاورزی و نیز کاهش عوامل بیماری‌زا در مدت کاشت و برداشت باعث شده است که از ترکیبات طبیعی ضد میکروبی استفاده شود. از این رو کیتوسان به دلیل

<sup>11</sup>. Retrogradation

خاصیت ضد میکروبی که در مقابل گستره وسیعی از باکتری ها، ویروس ها و قارچ ها دارد؛ قادر است بافت گیاه را در مقابل عوامل بیماریزا محافظت کند (Arriola *et al.*, 2013) تحقیقی در دانشگاه واشنگتن نشان داده است که کیتوسان به عنوان پوششی برای دانه های گندم، سبب افزایش بازده محصول می شود و البته از نتیجه این تحقیق تا کنون برای دیگر محصولات نیز استفاده شده است (Hadwiger *et al.*, 1984) همچنین می توان از کیتوسان به عنوان یک عامل آزادسازی کنترل شده برای ترکیباتی چون آفت کش ها، علف کش ها و ترکیبات مغذی برای رشد گیاه مثل مس، آهن، منگنز و غیره استفاده کرد (Struszezyk *et al.*, 1998) خاصیت ضد میکروبی محلول کیتوسان را می توان در جهت ایجاد یک پوشش نازک روی خوراکی هایی نظیر میوه و سبزیجات که به صورت یک فیلم محافظ ضد باکتری و ضد قارچ مانع از فساد محصولات کشاورزی می شود؛ به کار برد همچنین از آنجایی که کیتوسان خوراکی است می تواند جایگزین مناسبی برای پوشش های متداول که از منابع نفتی به دست می آیند؛ باشد (Rabea *et al.*, 2003)

## کروماتوگرافی<sup>۱۲</sup>

کیتین و کیتوسان کاربرد وسیعی در جداسازی ترکیبات به روش کروماتوگرافی دارند (Ottøy *et al.*, 1996) وجود گروه های آمین آزاد و همچنین گروه های هیدروکسی نوع اول و دوم در کیتوسان باعث شده است که به عنوان یک ترکیب مفید برای جداسازی استفاده شود. از کیتوسان در کروماتوگرافی لایه نازک برای جداسازی اسیدهای نوکلئوتیک استفاده شده است (Lepri *et al.*, 1997) همچنین گزارشی از ری و همکارانش نشان می دهد که از کیتین و کیتوسان به عنوان یک ماده جاذب در فاز ساکن برای جداسازی فنل ها و کلروفنل ها در کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا استفاده شده است (Rhee *et al.*, 1998).

## کاربردهای بیو پزشکی

### مهندسی بافت

مهندسی بافت یک از جذاب ترین موضوعات حال حاضر محققین در سراسر دنیا به شمار می آید. که شامل توسعه و تغییر در زمینه رشد آزمایشگاهی سلول ها، بافت ها و اندام ها، به منظور جایگزینی، ترمیم و افزایش عملکرد قسمت آسیب دیده بدن است. به طوریکه کاربرد زیادی در ترمیم پوست، تاندون، استخوان، رگ های خونی و غیره دارد. اولین لازمه آن طراحی یک داربست سه بعدی است که سلولها بتوانند برای رشد در داخل آن لانه گزینی کنند. داربست باید دارای چند ویژگی مهم باشد که عبارتند از: ۱. باید دارای خلل و فرج فراوان با اندازه های مناسب باشد تا سلول ها در آن استقرار یابند. ۲. سطح خارجی وسیعی داشته باشد ۳. سرعت تخریب پذیری داربست باید با سرعت رشد بافت حاصل متناسب باشد ۴. خاصیت مکانیکی مناسبی داشته باشد که در طول زمان رشد بافت، ساختار از هم نپاشد و ۵. برای سلول غیر سمی و دارای سازگاری زیستی بالایی با آن باشد. اخیرا کیتوسان و مشتقات آن به عنوان یک کاندیدای مناسب در تهیه داربست مطرح شده اند. زیرا آن ها غیرسمی، زیست سازگار و زیست تخریب پذیر مناسب و همچنین دارای طبیعت کاتیونی هستند و می توانند به عنوان داربست های موقتی جهت اصلاح و تحریک رشد بافت جدید به کار روند (Martino *et al.*, 2005) کیتوسان به طور وسیعی در مهندسی بافت استخوانی به کار می رود (Seol *et al.*, 2004) گزارشی در مورد استفاده از کامپوزیت های کیتوسان-

<sup>12</sup>. Chromatography

کلسیم فسفات به منظور استحکام بیشتر داربست منتشر شده است (Lian *et al.*, 2009) همچنین کیتوسان در بهبود و بازسازی غضروف (Yamane *et al.*, 2005) سلول های عصبی (Freier *et al.*, 2005) و بافت کبد (Wang *et al.*, 2003) نقش مهمی را ایفا می کند.

### بهبود زخم و سوختگی

یکی از چالش های اصلی درمان و بهبود زخم ها، مقاومت میکروارگانیسم ها در برابر آنتی بیوتیک می باشد که باعث می شود. بهبود زخم با تأخیر روبه رو شود. اخیراً تحقیقات زیادی برای گسترش ترکیبات ضد میکروبی در درمان زخم ها به منظور کاهش مقاومت ضد باکتری میکروارگانیسم ها انجام شده است. کیتین و کیتوسان هر دو یک تأثیر تسریع کننده بر بهبود زخم ها دارند (Mori *et al.*, 1997; Wongpanit *et al.*, 2005) گزارشی در مورد کامپوزیتی از کیتین و نانوذرات نقره برای ترمیم زخم ها منتشر شده است که نشان می دهد این کامپوزیت خاصیت ضد باکتری بالا و همچنین سازگاری زیادی با پوست دارد (Madhumathi *et al.*, 2010) کیتوسان همچنین به عنوان یک کاندیدای امید بخش برای درمان سوختگی نیز به شمار می آید. کیتوسان می تواند به صورت پوششی بادوام، جاذب آب و زیست سازگار، مستقیماً برای درمان سوختگی استفاده شود. یکی از مزیت های این نوع پوشش، نفوذ پذیری بالای آن نسبت به اکسیژن است که بهبود سوختگی را تسریع می کند. علاوه بر موارد فوق، این گونه از پوشش ها قادرند آب را جذب کرده و به طور طبیعی در اثر آنزیمهای بدن تجزیه شوند و نیازی به برداشت پوشش، بعد از بهبود سوختگی نیست (Dai *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2012).

### رها سازی دارو

کیتین، کیتوسان و مشتقات آن ها آینده روشنی به عنوان یک عامل کمکی در انتقال و رها سازی داروها دارند. حلالیت کیتوسان در اسیدهای ضعیف، به دلیل وجود گروه های آمین نوع اول، بهترین توجیه برای محبوبیت آن نسبت به کیتین می باشد. علاوه بر این سازگاری زیستی قابل قبول، زیست تخریب پذیری آن به واسطه تعدادی از آنزیم ها و تشکیل ژل در اسیدیته های پایین، آنرا به یک به یو پلیمر بی نظیر بدل کرده است (Nordtveit *et al.*, 1994) همچنین کیتوسان دارای فعالیت ضد اسیدی است که مانع از کاهش اثر داروها در معده می شود (Miyazaki *et al.*, 1981) سیستم هایی که بر پایه پلیمر کیتوسان بنا شده اند در انتقال و رها سازی پروتئین ها/پپتید ها (Grenha *et al.*, 2005) فاکتورهای رشد (Elcin *et al.*, 1996) داروهای ضد درد و التهاب (Aggarwal *et al.*, 2001) داروهای ضد سرطان (Wei *et al.*, 2010) آنتی بیوتیک ها (Kavaz *et al.*, 2010) و همچنین در درمان نارسایی های ژنی (Mansouri *et al.*, 1994) مورد استفاده قرار می گیرند.

### نتیجه گیری

کیتین و کیتوسان، به عنوان آمینو پلی ساکارید های طبیعی، به دلیل داشتن ساختار بی نظیر، خصوصیات چند بعدی و عملکرد بالا، توجه زیادی را در صنایع به ویژه در پزشکی و داروسازی به خود معطوف کرده اند. به علاوه، اصلاح شیمیایی این پلیمرها، بهبود حلالیت آن ها در محیط های آبی یا حلال های آلی را در پی داشته که این امر موجب افزایش فعالیت های بیولوژیکی و نیز افزایش کاربرد آن ها در پزشکی شده است.

## منابع

1. **Aggarwal, A., Kaur, S., Tiwary, A.K., Gupta, S. 2001.** Chitosan microspheres prepared by an aqueous process: release of indomethacin. *Journal of Microencapsulation*. 18(6): 819–823.
2. **Aranaz, I., Mengíbar, M., Harris, R., Paños, I., Miralles, B., Acosta, N., Galed, G., Heras, Á. 2009.** Functional characterization of chitin and chitosan. *Current Chemical Biology*. 3(2): 203-230.
3. **Arriola, O.C., Rocha, M.O.C., Hernandez, A.B., Brauer, J.M.E., Jatomea, M.P. 2013.** Controlled release matrices and micro/nanoparticles of chitosan with antimicrobial potential: development of new strategies for microbial control in agriculture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93(7): 1525–1536.
4. **Alder, E. 1997.** Chitin natural macromolecules *Chem. of Macromolecules*. Internet. Pdf. <http://www.seaborne.com/chitinguide.htm>. p10.
5. **ASTM. F2103-01. 2001.** Standard guide for characterization and testing of chitosan salts as starting materials intended for use in biomedical and tissue-engineered medical product applications.
6. **Baxter, A., Dillon, M., Taylor K.D., Roberts, G.A. 1992.** Improved method for i.r. determination of the degree of *N*-acetylation of chitosan. *International Journal of Biological Macromolecules*. 14(3):166-169.
7. **Bradford, M. 1976.** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of proteindye binding. *Analytical Biochemistry*. 72(1-2): 248-254.
8. **Brugnerotto, J., Desbrieres, J., Roberts, G., Rinaudo, M. 2001.** Characterization of chitosan by steric exclusion chromatography. *Polymer*. 42(25): 9921-9927.
9. **Brugnerotto, J., Lizardi, J., Goycoolea, F.M., Arguelles-Monal, W., Desbrieres, J., Rinaudo, M. 2001.** An infrared investigation in relation with chitin and chitosan characterization. *Polymer*. 42(8): 3569-3580.
10. **Crini, G., Badot, P.M. 2008.** Application of chitosan, a natural aminopolysaccharide, for dye removal from aqueous solutions by adsorption processes using batch studies: A review of recent literature. *Progress in Polymer Science*. 33(4): 399-447.
11. **Chatelet, C., Damour, O., Domard, A. 2001.** Influence of the degree of acetylation on some biological properties of chitosan films. *Biomaterials*. 22(3): 261–268.
12. **Chatterjee, S., Chatterjee, S., Chatterjee, B.P., Guha, A.K. 2004.** Clarification of fruit juice with chitosan. *Process Biochemistry*. 39(12): 2229-2232.
13. **Charles, J.P. 1998.** The Aldrich Library of Infrared Spectra. Edi, III, p1867.
14. **Cho, Y.W., Jang, J., Park, C.R., Ko, S.W. 2000.** Preparation and solubility in acid and water of partially deacetylated chitins. *Biomacromolecules*. 1(2): 609-614.
15. **Duarte, M.L., Ferreira, M.C., Marvao, M.R., Rocha, J. 2001.** Determination of the degree of acetylation of chitin materials by <sup>13</sup>C CP/MAS NMR spectroscopy. *International Journal of Biological Macromolecules*. 28(5): 359-363.

16. **Dai, T., Tanaka, M., Huang, Y.Y., Hamblin, M.R. 2011.** Chitosan preparations for wounds and burns: antimicrobial and wound-healing effects. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*. 9(7): 857-879.
17. **Dutta, P.K., Dutta, J., Tripathi, V.S. 2004.** Chitin and chitosan: Chemistry, Properties and applications. *Journal of Scientific & Industrial Research*. 63(1): 20-31.
18. **Elcin, Y.M., Dixit, V., Gitnick, G. 1996.** Controlled release of endothelial cell growth factor from chitosan-albumin microspheres for localized angiogenesis: in vitro and in vivo studies. *Artificial Cells, Blood Substitutes, and Biotechnology*. 24(3): 257-271.
19. **Elson, C.M., Davies, D.H., Hayes, E.R. 1980.** Removal of arsenic from contaminated drinking water by a chitosan/chitin mixture. *Water Research*. 14(9): 1307-1311.
20. **Felt, O., Buri, P., Gurny, R. 1998.** Chitosan: a unique polysaccharide for drug delivery. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. 24(11): 979-993.
21. **Freier, T., Montenegro, R., Koh H.S., Shoichet, M.S. 2005.** Chitin-based tubes for tissue engineering in the nervous system. *Biomaterials*. 26(22): 4624-4632.
22. **Grenha, A., Seijo, B., Remunan-Lopez, C. 2005,** Microencapsulated chitosan nanoparticles for lung protein delivery. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*. 25(4-5): 427-437.
23. **Guinesi, L., Cavalheiro, E. 2006.** The use of DSC curves to determine the acetylation degree of chitin/chitosan samples. *Thermochimica Acta*. 444(2): 128-133.
24. **Hadwiger, L.A., Fristensky, B., Riggleman, R.C. 1984.** Chitin, Chitosan and Related Enzymes. Zikakis JP (Ed.). Academic Press. New York. p. 291.
25. **He, P., Davis, S.S., Illum, L. 1998.** In vitro evaluation of the mucoadhesive properties of chitosan microspheres. *International Journal of Pharmaceutics*. 166(1): 75-88.
26. **Helander, I.M., Nurmiäho-Lassila, E.L., Ahvenainen, R., Rhoades, J., Roller, S. 2001.** Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of gram-negative bacteria. *International Journal of Food Microbiology*. 71(2-3): 235-244.
27. **Hein, S; Chuen, N; Chandkrachang, S; and Stevens, F. 2001.** A systematic approach to quality assessment system of chitosan, in Asian Institute of Techno. Internet pdf [http://www.Southernblue. Com/chitosan](http://www.Southernblue.Com/chitosan)
28. **Hirano, S. 1999.** Chitin and chitosan as novel biotechnological materials. *Polymer International*. 48(8): 732-734.
29. **Huang, M., Khor, E., Lim, L.Y. 2004.** Uptake and cytotoxicity of chitosan molecules and nanoparticles: effects of molecular weight and degree of deacetylation. *Pharmaceutical Research*. 21(2): 344-353.
30. **Hudson, S.M., Smith, C. 1998.** Polysaccharide: chitin and chitosan: chemistry and technology of their use as structural materials, *Biopolymers from renewable resources*, edited by Kaplan, D.L., Springer-Verlag, New York pp.96-118.
31. **Imeri, A.G., Knorr, D. 1988.** Effect of chitosan on yield and compositional data of carrot and apple juice. *Journal Food Science*. 53(6): 1707-1709.
32. **Jayakumar, R., New, N., Tokura, S., Tamura, H. 2007.** Sulfated chitin and chitosan as novel biomaterials. *International Journal of Biological Macromolecules*. 40(3): 175-181.

33. **Jeon, C., Holl, W.H. 2003.** Chemical modification of chitosan and equilibrium study for mercury ion removal. *Water Research*. 37(19): 4770-4780.
34. **Jiang, X., Chen, L., Zhong, W. 2003.** A new linear potentiometric titration method for the determination of deacetylation degree of chitosan. *Carbohydrate Polymers*. 54(4): 457-463.
35. **Jing, H., Su, W., Caracci, S., Bunning, T.G., Cooper, T., Adams, W. 1996.** Optical waveguiding and morphology of chitosan thin film. *Journal of Applied Polymer Science*. 61(7): 1163-1171.
36. **Kanatt, S.R., Chander, R., Sharma, A. 2008.** Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. *Food Chemistry*. 107(2): 845-852.
37. **Kassai, M. 2008.** A review of several reported procedures to determine the degree of *N*-acetylation for chitin and chitosan using infrared spectroscopy. *Carbohydrate Polymers*. 71(4): 497-508.
38. **Kavaz, D., Odabas, S., Güven, E., Demirbilek, M., Denkbas, E. 2010.** Bleomycin loaded magnetic chitosan nanoparticles as multifunctional nanocarriers. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*. 25(3): 305-318.
39. **Kenawy, E.R., Worley, S.D., Broughton, R. 2007.** The chemistry and applications of antimicrobial polymers: a state-of-the-art review. *Biomacromolecules*. 8 (7): 1359-1384.
40. **Khwaldia, K., Arab-Tehrany, E., Desobry, S. 2010.** Biopolymer coatings on paper packaging materials, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 9(1): 82-91.
41. **Khor, E. 2001.** Chitin: fulfilling a biomaterials promise. Amsterdam: Elsevier Science. P. 10.
42. **Knorr, D. 1982.** Functional properties of chitin and chitosan. *Journal Food Science*. 47(2): 593-595.
43. **Kofuji, K., Qian, C.J., Nishimura, M., Sugiyama, I., Murata, Y., Kawashima, S. 2005.** Relationship between physicochemical characteristics and functional properties of chitosan. *European Polymer Journal*. 41(11): 2784-2791.
44. **Koide, S.S. 1998.** Chitin-chitosan: Properties, benefits and risks. *Nutrition Research*. 18(6): 1091-1101.
45. **Kumar, M.N.V.R., Muzarelli, R.A.A., Muzarelli, C., Sashiwa, H., Domb, A.J. 2004.** Chitosan chemistry and pharmaceutical perspectives. *Chemical Reviews*. 104(12): 6017-6084.
46. **Kurita, K. 2006.** Chitin and chitosan: functional biopolymers from marine crustaceans. *Marine Biotechnology*. 8(3): 203-26.
47. **Kurita, K., Kaji, Y., Mori, T., Nishiyama, Y. 2000.** Enzymatic degradation of [beta]-chitin: susceptibility and the influence of deacetylation. *Carbohydrate Polymers*. 42(1): 19-21.
48. **Kurita, K. 1998.** Chemistry and application of chitin and chitosan. *Polymer Degradation and Stability*. 59(1-3): 117-120.
49. **Lepri, L., Desideri, P.G., Muzzarelli, R.A.A. 1977.** Chromatographic behaviour of nucleic acid constituents and of phenols on chitosan thin layers. *Journal of Chromatography A*. 139(2): 337-342.
50. **Li, Q.D., Dunn, E.T., Grandmaison, E.W., Goosen, M.F.A. 1992.** Applications and properties of chitosan. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*. 7(4): 370-397.

51. **Lian, Q., Li, D., Jin, Z., Wang, J., Li, A., Wang, Z., Jin, Z. 2009.** Fabrication and in vitro evaluation of calcium phosphate combined with chitosan fibers for scaffold structures. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*. 24(1 Suppl): 113-124.
52. **Liu, X.F., Guan, Y.L., Yang, D.Z., Li, Z., Yao, K.D. 2001.** Antibacterial action of chitosan and carboxymethylated chitosan. *Journal of Applied Polymer Science*. 79(7): 1324-1335.
53. **Madhumathi, K., Sudheesh Kumar, P.T., Abilash, S., Sreeja, V., Tamura, H., Manzoor, K., et al. 2010.** Development of novel chitin/nanosilver composite scaffolds for wound dressing applications. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 21(2): 807-813.
54. **Mansouri, S., Lavigne, P., Corsi, K., Benderdour, M., Beaumont, E., Fernandes, J.C. 2004.** Chitosan-DNA nanoparticles as non-viral vectors in gene therapy: strategies to improve transfection efficacy. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 57(1): 1-8.
55. **Martino, A.D., Sittinger, M., Risbud, M.V. 2005.** Chitosan: A versatile biopolymer for orthopedic tissue-engineering. *Biomaterials*. 26(30): 5983-5990.
56. **Miyazaki, S., Ishii, K., Nadai, T. 1981.** The use of chitin and chitosan as drug carriers. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*. 29(10): 3067-3069.
57. **Moller, H., Grelier, S., Pardon, P., Coma, V. 2004.** Antimicrobial and physicochemical properties of chitosan-HPMC-based films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52(21): 6585-6591.
58. **Mori, T., Okumura, M., Matsuura, M., Ueno, K., Tokura, S., Okumoto, Y., et al. 1997.** Effects of chitin and its derivatives on the proliferation and cytokine production of fibroblasts *in vitro*. *Biomaterials*. 18(13): 947-951.
59. **Mourya, V.K., Inamdar, N.N. 2008.** Chitosan-modifications and applications: opportunities galore. *Reactive and Functional Polymers*. 68(6): 1013-1051.
60. **Muzzarelli, R.A.A., Jeuniaux, C., Gooday, G.W. 1986.** Chitin in nature and technology. New York:Plenum, p. 385.
61. **Nordtveit, R.J., Vårum, K.M., Smidsrød, O. 1994.** Degradation of fully water-soluble, partially N-acetylated chitosans with lysozyme. *Carbohydrate Polymers*. 23(4): 253-260.
62. **Okamoto, Y., Kawakami, K., Miyatake, K., Morimoto, M., Shigemasa, Y., Minami, S. 2002.** Analgesic effects of chitin and chitosan. *Carbohydrate Polymers*. 49(3): 249-252.
63. **Ottøy, M.H., Vårum, K.M., Christensen, B.E., Anthonsen, M.V., Smidsrød, O. 1996.** Preparative and analytical size-exclusion chromatography of chitosans. *Carbohydrate Polymers*. 31(4): 253-261.
64. **Park, P.J., Je, J.Y., Kim, S.K. 2004.** Free radical scavenging activities of differently deacetylated chitosans using an ESR spectrometer. *Carbohydrate Polymers*. 55(1): 17-22.
65. **Park, P.J., Je, J.Y., Jung, W.K., Ahn, C.B, Kim, S.K. 2004.** Anticoagulant activity of heterochitosans and their oligosaccharide sulfates. *European Food Research and Technology*. 219(5): 529-533.
66. **Pariser, E.R and lombardi, d.p. 1988.** A guide to the research literature chitin, Source book. Plenum Press. New York, U.S.A, p.560.

67. **Pagel d; 1999.** Chitin Production from lobster and crab”, In Natl Academy Press, Island, pp. 61-68.
68. **Pillai, C.K.S., Paul, W., Sharma, C.P. 2009.** Chitin and chitosan polymers: chemistry, solubility and fiber formation. *Progress in Polymer Science.* 34(7): 641-678.
69. **Rabea, E.I., Badawy, M.E., Stevens, C.V., Smagghe, G., Steurbaut, W. 2003.** Chitosan as antimicrobial agent: Applications and mode of action. *Biomacromolecules.* 4(5): 1457-1465.
70. **Rathke, T.D., Hodson, S.M. 1994.** Review of chitin and chitosan as fibre and film formers, *J.M.S.-Rev. Macromolecular Chemistry and Physics.* C-34: 375.
71. **Raymond, L., Morin, F.G., Marchessault, R.H. 1993.** Degree of deacetylation of chitosan using conductometric titration and solid-state NMR. *Carbohydrate Research.* 246(1): 331-336.
72. **Ravi Kumar, M.N.V., Dutta, P.K., Nakamura, S. 1998.** Methods of metal capture from wastewater. in: Trivedy, R.K. (Ed.). *Advances in Wastewater Treatment Technologies.* Global Science. India. p.22.
73. **Rhee, J.S., Jung, M.W., Paeng, K.J. 1998.** Evaluation of chitin and chitosan as a sorbent for the preconcentration of phenol and chlorophenols in water. *Analytical Sciences.* 14: 1089-1092.
74. **Rinaudo, M. 2008.** Main properties and current applications of some polysaccharides as biomaterials. *Polymer International.* 57(3):397-430.
75. **Rinaudo, M., Milas, M., Le, Dung, P. 1993.** Characterization of chitosan. Influence of ionic strength and degree of acetylation on chain expansion. *International Journal of Biological Macromolecules.* 15(5): 281-285.
76. **Roldo, M., Hornof, M., Caliceti, P., Bernkop-Schnurch, A. 2004.** Mucoadhesive thiolated chitosans as platforms for oral controlled drug delivery: synthesis and in vitro evaluation. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics.* 57(1): 115–121.
77. **Sapelli, P.L., Baldassarre, V., Muzzarelli, R.A.A., Emanuelli, M. 1986.** “Chitosan in Dentistry” in “Chitin in Nature and Technology” Muzzarelli, R., Jeuniaux, G., Gooday, G.W. (Eds.). Springer (US). pp. 507-512.
78. **Sagoo, S., Board, R., Roller, S. 2002.** Chitosan inhibits growth of spoilage microorganisms in chilled pork products. *Food Microbiology.* 19(2-3): 175-182.
79. **Seaborne. S. 2001.** a natural Product for the 21th century. in *Guid to Chitin Internet pdf* URL, [http://www.Seaborn. Com/Chitinguide. Htm](http://www.Seaborn.Com/Chitinguide.Htm). p5.
80. **Schipper, N.G., Varum, K.M., Artursson, P. 1996.** Chitosans as absorption enhancers for poorly absorbable drugs. 1: Influence of molecular weight and degree of acetylation on drug transport across human intestinal epithelial (Caco-2) cells. *Pharmaceutical Research.* 13(11): 1686-1692.
81. **Schleuter, D., Günther, A., Paasch, S., Ehrlich, H., Kljajić, Z., Hanke, T., Bernhard, G., Brunner, E. 2013.** Chitin-based renewable materials from marine sponges for uranium adsorption. *Carbohydrate Polymers.* 92(1): 712-718.

82. **Seol, Y.J., Lee, J.Y., Park, Y.J., Lee, Y.M., Young, K., Rhyu, I.C., Lee, S.J., Han, S.B., Chung, C.P. 2004.** Chitosan sponges as tissue engineering scaffolds for bone formation. *Biotechnology Letters*. 26(13): 1037–1041.
83. **Struszezyk, H., Pospieszmy, H., Kotlinski, S. 1989.** Some new applications of chitosan in agriculture, in *Chitin and Chitosan*. Braek, G.S., Anthonsen, T., Sandford, P. (Eds.), Elsevier Applied Science. New York. pp. 733-742.
84. **Terbojevich, M., Cosani, A. 1997.** Molecular weight determination of Chitin and Chitosan. In: Muzzarelli, R.A.A., Peter, M.G. (Eds.) *Chitin handbook*. Grotammare: European Chitin Society. pp. 87-101.
85. **Tharanathan, R.N., Kittur, F.S. 2003.** Chitin: the undisputed biomolecule of great potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 43(1): 61-87.
86. **Varum, K.M., Antohonsen, M.W., Grasdalen, H., Smidsrod, O. 1991.** Determination of the degree of N-acetylation and the distribution of Nacetyl groups in partially N-deacetylated chitins (chitosans) by high-field n.m.r. spectroscopy. *Carbohydrate Research*. 211(1): 17-23.
87. **Wang, T., Zhu, X.K., Xue, X.T., Wu, D.Y. 2012.** Hydrogel sheets of chitosan, honey and gelatin as burn wound dressings. *Carbohydrate Polymers*. 88(1): 75-83.
88. **Wang, X.H., Li, D.P., Wang, W.J., Feng, Q.L., Cui, F.Z., Xu, Y.X., Song, X.H., van der Werf, M. 2003.** Crosslinked collagen/chitosan matrix for artificial livers. *Biomaterials*. 24(19): 3213-3220.
89. **Wei, X.H., Niu, Y.P., Xu, Y.Y., Du, Y.Z., Hu, F.Q., Yuan, H. 2010.** Salicylic acid-grafted chitosan oligosaccharide nanoparticle for paclitaxel delivery. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*. 25(3): 319-335.
90. **Weiner, M.L. 1992.** In: Brine, C.J., Sandford, P.A., Zikakis, J.P. (Eds.), *Advances in chitin and chitosan*. Elsevier. London. p. 663.
91. **Weltrowski, M., Martel, B., Morcellent, M. 1996.** Chitosan N-benzyl sulfonate derivatives as sorbents for removal of metal ions in an acidic medium. *Journal of Applied Polymer Science*. 59(4): 647-654.
92. **Wongpanit, P., Sanchavanakit, N., Pavasant, P., Supaphol, P., Tokura, S., Rujiravanit, R. 2005.** Preparation and characterization of microwave-treated carboxymethyl chitin and carboxymethyl chitosan films for potential use in wound care application. *Macromolecular Bioscience*. 5(10):1001–1012.
93. **Wu, T., Zivanovic, S. 2008.** Determination of the degree of acetylation (DA) of chitin and chitosan by an improved first derivative UV method. *Carbohydrate Polymers*. 73(2): 248-253.
94. **Xing, R., Liu, S., Guo, Z., Yu, H., Wang, P., Li, C., Li, Z., Li, P. 2005.** Relevance of molecular weight of chitosan and its derivatives and their antioxidant activities in vitro. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 13(5): 1573-1577.
95. **Yamane, S., Iwasaki, N., Majima, T., Funakoshi, T., Masuko, T., Harada, K., Minami, A., Monde, K., Nishimura, S. 2005.** Feasibility of chitosan-based hyaluronic acid hybrid biomaterial for a novel scaffold in cartilage tissue engineering. *Biomaterials*. 26(6): 611-619.

96. **Yang, J., Tian, F., Wang, Z., Wang, Q., Zeng, Y.J., Chen, S.Q. 2008.** Effect of chitosan molecular weight and deacetylation degree on hemostasis. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 84B(1): 131-137.
97. **Ye, W.J., Leung, M.F., Xin, J., Kwong, T.L., Lee, D.K.L., Li, P. 2005.** Novel core-shell particles with poly(n-butyl acrylate) cores and chitosan shells as an antibacterial coating for textiles. *Polymer*. 46(23): 10538-10543.
98. **Yen, M., Yang, J., Mau, J. 2009.** Physicochemical characterization of chitin and chitosan from crab shells. *Carbohydrate Polymers*. 75(1): 15-21.
99. **Zhang, H., Neau, S.H. 2001.** In vitro degradation of chitosan by a commercial enzyme preparation: effect of molecular weight and degree of deacetylation. *Biomaterials*. 22(12):1653-1658.

## Chitosan, Its Uses and Chemical Properties

Majid Pourdarab<sup>1</sup>, Sina Shokri<sup>2</sup> and Habibh Zare<sup>3</sup>

1. Secretary of experimental sciences and master's student in physical chemistry, Islamic Azad University, Marvodasht branch

2. Applied Chemistry, Islamic Azad University, Saveh Branch

3. ph.D student in the field of plant physiology, Department of Biology, Payam Noor University, Tehran, Iran

---

### Abstract

Chitin and chitosan, as the most abundant amino polysaccharides in nature, have characteristics such as high biocompatibility, low toxicity, biodegradability, and acceptable antimicrobial properties. These unique properties caused chitin and chitosan to draw a lot of attention not only in terms of abundance in natural resources but also because of their high potential for the preparation of useful materials. Extensive progress has been made in improving their properties for use in tissue engineering, wound healing, and drug delivery and delivery systems. This article tries to show an overview of the properties and industrial and medical applications of these biopolymers.

**Keywords:** Medicine, Chitosan, Chitin, Chitosan, Food Industry

---