

الیاف پلیمری حاصل از تخمیر پروتئین

ترجمه: مهدیه درویش کوشالی

آن‌ها با الهام از مواد اولیه پروتئینی طبیعی مانند ابریشم عنکبوت، پلیمر را از روی اطلاعات درون ژن آن طراحی کرده‌اند. با استفاده از میکروب فرایند تخمیر در ماده اولیه پلیمری خام انجام می‌شود. پس از آن پلیمر خام تصفیه شده و با انجام فرایند بر روی آن به مواد اولیه‌ای نظیر الیاف یا پلاستیک تبدیل می‌شود (شکل ۱). مواد اولیه حاصل از تخمیر پروتئین ۱ که محصول اختصاصی کمپانی اسپایبر است از پروتئین‌های ساختاری تولید شده به روش تخمیر میکروبی، تهیه می‌شوند. ترکیبات پلیمر پروتئینی اسپایبر در سطح ملکولی قابل تغییر است و خواص آن نیز با توجه به کاربرد نهایی آن قابل تنظیم می‌باشد.

برای تولید الیاف از پروتئین تخمیر شده روش صنعتی ریسندگی محلول به کار گرفته شده است (شکل ۲، سمت چپ). می‌توان با تغییر پارامترهای فرایند و یا ترکیبات شیمیایی خود پلیمر، خواص الیاف و نخ را به دلخواه تغییر داد. پس از این مرحله با استفاده از ماشین‌های نساجی استاندارد می‌توان نخ‌های فیلامنتی را به الیاف استیپل، نخ‌های ریسیده شده، پارچه‌های تار پودی و کشفاب تبدیل کرد.

پوشاک و خودرو

کمپانی اسپایبر در حال حاضر بر روی استفاده از پروتئین تخمیر شده در بخش پوشاک و خودرو سازی تمرکز کرده است.

اسپایبر در بخش خودرو سازی با کمپانی Kojima Press همکاری و مواد اولیه با کارایی بالای خود نظیر کامپوزیت‌های لیفی SMC (نوعی پلاستیک تقویت شده با الیاف شیشه) را برای استفاده در خودرو عرضه کرده است (شکل ۲، سمت راست). آن‌ها همچنین در بخش پوشاک نیز همکاری نزدیکی با کمپانی Goldwin داشته و الیاف و نخ‌هایی را که برای استفاده در پوشاک مناسب هستند، تامین کرده‌اند. استفاده از اجزای سبک‌تر در خودرو سازی باعث افزایش کارایی وسیله نقلیه می‌شود ضمن این که عملکرد ماده اولیه نیز باید حفظ شود. در بخش پوشاک نیز استفاده از پلیمرهای طبیعی به جای پلیمرهای مصنوعی ضمن حفظ ویژگی‌های محصول می‌تواند نگرانی‌های مربوط به پایان عمر مفید محصول را به ویژه در



شکل ۱- مواد اولیه به دست آمده از پروتئین تخمیر شده: الیاف پروتئینی، فیلم، پلاستیک و سایر مواد اولیه تولید شده به روش اختصاصی تخمیر کمپانی اسپایبر.

بشر در طول صد سال گذشته به خوبی موفق شده است تا قابلیت‌های مواد اولیه پلیمری مصنوعی را تحت کنترل خود در آورد. الیاف پلیمری مصنوعی دارای کاربردهایی هستند که با استفاده از الیاف طبیعی دست یافتن به آن‌ها ممکن نبود. استفاده از الیاف پلیمری مصنوعی به دلیل فاکتورهایی چون هزینه، راحتی فرایند و تنوع در کاربرد در بخش‌های مختلفی از زندگی روزمره ما به چشم می‌خورد. با این وجود منشا این پلیمرها منابع نفتی می‌باشد که محدود است. علاوه بر آن پلیمرهای مصنوعی ضمن استحکام بسیار بالا در پایان عمر مفید خود مشکلاتی به همراه دارند.

در حال حاضر کمپانی ژاپنی Spiber، فعال در عرصه بیوتکنولوژی در جستجوی راهی برای مهار پتانسیل بیوتکنولوژی در جهت خلق مواد اولیه صنعتی به شیوه‌ای متناسب با اقتصاد گردشی می‌اشد.

پلیمرهای پروتئینی

طبیعت همواره از پلیمرهای پروتئینی به عنوان مواد اولیه کارکردی و ساختاری استفاده کرده است. الیاف پروتئینی طبیعی مانند کراتین (برای مثال پشم) و ابریشم صدها سال است که مورد استفاده انسان قرار می‌گیرند.

البته پروتئین‌های طبیعی تنها زیرمجموعه‌ای از مواد اولیه پروتئینی هستند که می‌توان از واحدهای ساختاری آمینو اسید تهیه کرد. کمپانی اسپایبر با الهام از طبیعت در حال توسعه پلیمرهای پروتئینی جدید و رفع نیازهای موجود در بازار می‌باشد. این کمپانی که در سال ۲۰۰۷ تاسیس شده، پلتفورم کاملی از طراحی و تولید را ایجاد کرده است که این امکان را برای ما فراهم می‌کند تا با یک ایده اولیه شروع و یک پروتئین پلیمری تهیه کنیم.



شکل ۲- نخ‌های تهیه شده از پروتئین تخمیر شده (سمت چپ) که با استفاده از فرایند اسپایبر برای استفاده در بخش پوشاک و خودرو سازی (سمت راست) تولید شده‌اند.



بودند. بسیاری از اکسسوری‌ها نیز از مواد اولیه به دست آمده از پروتئین تخمیر شده تهیه شده بودند.

این مواد اولیه دارای منشا زیستی بوده و از پلیمرهای پروتئینی مشتق می‌شوند و دارای قابلیت تجزیه پذیری هستند. با بهره‌گیری از منابع تجدیدپذیر برای مواد اولیه مورد نیاز می‌توان یک سری از مشکلاتی را که در رابطه با پایداری مواد اولیه پلیمری سنتی وجود دارد، برطرف کرد.

پایان عمر محصول

مواد اولیه تهیه شده از پروتئین تخمیر شده مشکلات مربوط به پایان عمر محصول را ندارد. تست اولیه زیست تجزیه پذیری نتایج مثبتی را برای ماده اولیه خام در محیط‌های مختلف نشان داده است. همان‌طور که می‌توان خصوصیات ماده اولیه به دست آمده از پروتئین تخمیر شده را با توجه به کاربرد نهایی آن تغییر داد، زیست تجزیه پذیری مواد اولیه نیز قابلیت اصلاح در آینده را دارد.

کمپانی اسپایر در حال حاضر برای به کارگیری مواد اولیه پلیمری پروتئینی در صنعت با دو چالش بزرگ روبرو است: هزینه و مقیاس. در شرایط فعلی تولید این مواد اولیه در مقیاس انبوه دارای محدودیت‌هایی است.

اسپایر در اواسط سال ۲۰۱۹ پروژه ساخت نخستین کارخانه تولیدی پروتئین تخمیر شده را در تایلند آغاز کرد. زمانی که این کارخانه شروع به کار کند، امکان تولید صدها تن محصول در سال وجود دارد.



اسپایر نشان داد که مواد اولیه تهیه شده از پلیمرهای پروتئینی از نظر صنعتی راهکاری مناسب و قابل پیشرفت هستند. آن‌ها همچنان به تلاش خود ادامه می‌دهند و سعی دارند تا با الهام از طبیعت و تمرکز بر عملکرد مواد اولیه محصولاتی را عرضه کنند که قابلیت استفاده در صنایع مختلف را داشته باشد.

مرجع:

Oliver Shafaat, "A strange brew – genetically engineered polymeric fibers", International Fiber Journal, April 2020



شکل ۳- تی شرت Planetary Equilibrium (سمت چپ) و Moon Parka (سمت راست) که حاوی الیاف پروتئینی تخمیر شده هستند.

بازار فست فشن از بین ببرد. از پروتئین تخمیر شده می‌توان به عنوان ماده اولیه در هر دو بخش پوشاک و خودروسازی استفاده کرد.

اسپایر با همکاری کمپانی گولدوین دو محصول را که حاوی پروتئین تخمیر شده است با برند North Face در ژاپن عرضه کرده است. تی شرت Planetary Equilibrium (شکل ۳، سمت چپ) از نخ ریسیده شده متشکل از ترکیب پنبه و پروتئین تخمیر شده تهیه می‌شود و هدف از تهیه آن نشان دادن تعادل بین گونه‌های زیستی متنوع در زمین می‌باشد.

محصول دیگر Moon Parka بوده که به صورت یک کاپشن طراحی شده است (شکل ۳، سمت راست). قسمت بیرونی کاپشن از پارچه تاری پودی صد در صد تهیه شده از پروتئین تخمیر شده تشکیل می‌شود که دارای یک لایه ضد آب و Clean Down (یک محصول کرکی ویژه تولید کمپانی Kawada Feather) نیز هست.

کمپانی اسپایر برای برآورده ساختن نیازهای کاربردی مختلف از الیافی که دارای دو ترکیب متفاوت از پروتئین تخمیر شده هستند، استفاده می‌کند. از آن جایی که پارچه تی شرت با پوست بدن در تماس است پس باید حس نرمی و راحتی به شخص بدهد. کاپشن هم چون در فضاهای بیرونی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید در برابر شرایط آب و هوایی مقاوم باشد و از شخص محافظت کند.

در تی شرت الیاف پروتئینی تخمیر شده را با پنبه با کیفیت بالا ترکیب کرده ایم تا به نوعی کامل کننده آن باشد. نخ به دست آمده با این روش باعث ایجاد زبردستی نرم و لطیف در پارچه‌های سنگین می‌شود.

در مورد کاپشن هم یک پلیمر پروتئینی آبریز طراحی شده است که پس از ریسندگی و بافندگی با استانداردهای گولدوین از نظر کیفیت ماده اولیه مورد نیاز برای قسمت بیرونی لباس مطابقت دارد. در نتیجه کاپشن جدید برای استفاده در فضاهای بیرونی در فصل زمستان و همچنین خیابان‌های توکیو مناسب است.

کمپانی اسپایر علاوه بر گولدوین با طراح اوت کوتور ژاپنی، یوئیماناکازاتو نیز همکاری داشته است. ابریشم عنکبوت طبیعی در آب دچار جمع‌شدگی بسیار زیاد (جمع‌شدگی تا ۵۰ درصد) می‌شود. ناکازاتو از این ویژگی برای خلق طرح‌های سه بعدی و تهیه پوشاک از نخ پروتئینی تخمیر شده استفاده کرده است. او نام این روش را «بیواسماکینگ» یا چین چین کردن پارچه به روش زیستی گذاشته است. ناکازاتو تکنیک بیواسماکینگ را در دو شوی کوتور در هفته مد پاریس به کار گرفت. تنوع ساختار پارچه و رنگ‌ها در لباس‌های نمایش داده شده به خوبی قابل مشاهده