

تولید پلی‌هیدروکسی بوتیرات از پساب

استاد راهنما: محسن نصرتی
 استاد مشاور: سید عباس شجاع‌الساداتی
 دانشجوی کارشناسی ارشد: مرضیه فرومندی
 دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی شیمی، ۱۳۹۲

پلی‌هیدروکسی بوتیرات از پلیمرهای خانواده پلی‌هیدروکسی آلکانوات‌هاست که به عنوان ذخیره انرژی یا منبع کربن در بعضی از ریزسازواره‌ها وجود دارد. پلیمرهای زیستی می‌توانند به عنوان جایگزین مناسب برای پلیمرهای رایج استفاده شوند. مسئله مهم، هزینه زیاد تولید آنهاست. عوامل مهمی بر تولید اقتصادی این محصول، اثرگذارند. از راه‌های کاهش قیمت تمام شده، استفاده از محیط حاوی سوبستراهای ارزان قیمت و عدم استفاده از کشت خالص ریزسازواره است. در این پژوهش، آزمایش‌ها در دو فاز فراوانی و نبود نیتروژن انجام شد. بدین ترتیب که در فاز اول فرایند هضم روی لجن شست و شو داده شده انجام شد تا ریزسازواره‌های موجود در لجن تکثیر شده و نیتروژن موجود در محیط کشت به کمترین مقدار خود برسد. در این روند، وزن خشک سلولی دائماً دنبال کرده تا به محض کاهش مقدار آن، فاز دوم آغاز شود. در فاز دوم، منبع کربن وارد سامانه می‌شود. از آنجا که بر اساس مطالعات انجام شده مشاهده شد که عدم وجود منبع نیتروژن در فاز دوم، مقدار تولید پلی‌هیدروکسی بوتیرات را افزایش می‌دهد، بنابر این در فاز حاضر از سه نوع خوراک گلوکز، استیک اسید و پساب استفاده شد. در نهایت مشاهده شد، دو خوراک گلوکز و اسید استیک که مقدار نیتروژن در آنها صفر است، حدود ۴۰٪ وزن خشک سلولی پلی‌هیدروکسی بوتیرات تولید کرده است. در حالی که مقدار تولید آن در سامانه خوراک‌دهی شده با پساب دارای مقدار نیتروژن محدود، ۷۰٪ وزن خشک سلولی است.

بهبود زیست‌سازی پلی‌یورتان اوره بر پایه پلی‌کاپرولاکتون پلی‌ال و نانوکامپوزیت آن از طریق اصلاح سطح با یک پلیمر طبیعی

استادان راهنما: فاطمه شکرالهی، پروین شکرالهی
 استاد مشاور: حمید یگانه
 دانشجوی کارشناسی ارشد: شیده شانه
 پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۳۹۲

در این پژوهش، پلی‌یورتان اوره (PUU) بر پایه پلی‌کاپرولاکتون با جرم مولکولی ۲۰۰۰ Da بدون استفاده از زنجیرافزا سنتز شد. برای افزایش زیست‌سازی پلیمر سنتزی، از اصلاح سطح با آمین‌کافت و تثبیت کووالانسی ژلاتین به سطح پلیمر استفاده شد. روش‌های طیف‌نمایی فرابنفش ATR-FTIR و رنگ‌سنجی نینهدرین و اکس آمین‌کافت را تایید کردند. هویت‌یابی سطح اصلاح شده با ژلاتین به کمک ATR-FTIR، ژتاپتانسیل، نینهدرین، EDXA و زاویه تماس، وجود ژلاتین روی سطح پلیمر را تایید کرد. خواص مکانیکی و گرمایی نمونه‌ها پس از اصلاح، با آزمون‌های تنش-کرنش، آزمون دینامیکی-مکانیکی و گرماسنجی پویایی تفاضلی بررسی شد. در ادامه، نانوکامپوزیت پلی‌یورتان اوره با استفاده از نانوذرات تری کلسیم فسفات (TCP) در مقادیر ۱٪، ۳٪ و ۵٪ تهیه و اصلاح سطح روی نمونه‌های کامپوزیت تکرار شد. چگونگی پخش ذرات نانو در ماتریس پلیمر با دستگاه SEM و آزمون EDXA بررسی شد. نتایج حاصل، پخش خوب نانوذرات در ماتریس پلیمری را نشان داد. برای مقایسه اثر آبدوستی و زیست‌فعالی سطح بر رفتار سلولی، افزون بر زیست‌مولکول ژلاتین که هر دو مشخصه را داراست، پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) (۲۰۰۰ Da) بر سطح پلیمر پیوند زده شد. ابتدا پلی‌اتیلن گلیکول تک‌عاملی با واکنش استال‌دار کردن برای تولید PEG-CHO تهیه شد. برای اثبات این واکنش، از واکنشگر ۲، ۴-دی‌نیتروفنیل هیدرازین استفاده شد. همچنین، طیف‌نمایی FTIR صحت واکنش عامل‌دار شدن PEG با CHO را اثبات کرد. سپس، PEG-CHO روی سطح PUU آمین‌کافت شده، تثبیت شد. طیف‌نمایی ATR-FTIR افزایش شدت پیک مشخص اتر در 1100 cm^{-1} را تایید کرد. به منظور بررسی زیست‌سازی، واکنش سلول‌های زنده نسبت به نمونه‌های تهیه شده، با روش کشت سلولی و آزمون MTT ارزیابی شد. نتایج نشان داد، در نمونه اصلاح شده با ژلاتین چسبندگی و تکثیر سلولی به خوبی انجام گرفته است. برای پلی‌اتیلن گلیکول نسبت به سایر نمونه‌های اصلاح شده تکثیر سلولی کمتری مشاهده شد. دلیل آن می‌تواند جذب زیاد آب به وسیله این مولکول و در نتیجه جنبش مولکولی زیاد آن باشد که مانع چسبندگی و تکثیر سلول می‌شود. این مشاهدات اثر زیست‌سازی، آبدوستی و در عین حال عامل مهم زیست‌فعالی را به خوبی نشان داد. از آنجا که پلیمر مورد بررسی پتانسیل زیادی برای اصلاح سطح دارد، تثبیت عوامل ضدباکتری به منظور افزودن ویژگی ضدباکتری به خواص پلیمر، مطالعه شد. بنابراین با پیوند زدن زیست‌مولکول آلزینات بر سطح و بهره‌گیری از گروه‌های اسیدی، فلز نقره بر سطح تثبیت شد. برای تثبیت شیمیایی آلزینات روی سطح آمین‌کافت شده، از مولکول‌های واکنشگر EDC/NHS استفاده شد. تجزیه عنصری EDXA وجود نقره را روی سطح تایید کرد.

ارزیابی و بهینه‌سازی فیلم فعال نانوکامپوزیتی نشاسته-رس و کاربرد آن در نگهداری نان حجیم

استاد راهنما: محمد حسین عزیزی

اساتید مشاور: محسن برزگر، زهره حمیدی اصفهانی

دانشجوی دکتری: حسن برزگر

دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، رشته تکنولوژی مواد غذایی، ۱۳۹۲

به منظور بهبود خواص فیلم‌های برپایه نشاسته و نیز تولید بسته‌بندی فعال با قابلیت حفظ محصولات نانویی، در این پژوهش، فیلم فعال نانوکامپوزیتی نشاسته-مونت‌موریلونیت (نانو خاک رس) تولید و خواص آن برای استفاده در صنایع غذایی بررسی شد. بدین منظور، ابتدا مخلوط نشاسته و چهار سطح مختلف مونت‌موریلونیت (۰، ۱، ۳ و ۵٪ برپایه وزن خشک نشاسته) با سه سطح مختلف گلیسرول (۲۰، ۳۰ و ۴۰٪ برپایه وزن خشک نشاسته) فرمول‌بندی شد. سپس، خواص فیزیکی و مکانیکی آنها اندازه‌گیری و فیلم بهینه انتخاب شد. افزودن نانورس تا سطح ۵٪ باعث بهبود مقاومت کشش و نفوذپذیری بخار آب شد. همچنین، نتایج آزمون پراش پرتو ایکس و میکروسکوپ الکترونی عبوری نشان داد، ذرات نانو خاک رس به طور مطلوبی در زمینه پلیمری نشاسته پخش شده‌اند. در ادامه، اثر امواج فراصوت بر خواص فیلم بهینه بررسی شد. نتایج نشان داد، کاربرد این امواج، باعث بهبود قابل توجهی در خواص مکانیکی و نفوذپذیری شده است. همچنین، بهترین زمان اعمال امواج فراصوت ۳۰ دقیقه معین شد. در ادامه، فیلم‌های فعال نانوکامپوزیتی نشاسته-رس حاوی اسانس دارچین یا پتاسیم سوربات (۰، ۵، ۷/۵ و ۱۰٪ نسبت به وزن خشک نشاسته) تولید و خواص فیزیکی، مکانیکی و ضد میکروبی آنها بررسی شد. افزودن پتاسیم سوربات به فرمول‌بندی فیلم‌ها، نفوذپذیری آنها را نسبت به بخار آب افزایش داد، اما افزودن اسانس باعث کاهش نفوذپذیری فیلم‌ها شد. در ادامه اثر دو عامل (نانورس و دمای نگهداری) بر مقدار آزاد شدن پتاسیم سوربات از فیلم‌های فعال ارزیابی شد. نتایج نشان داد، در دمای محیط، مقدار آزاد شدن پتاسیم سوربات بیش از دمای یخچال است. همچنین، سرعت آزاد شدن پتاسیم سوربات در فیلم‌های نانوکامپوزیتی، کمتر از فیلم‌های نشاسته بود.

بررسی خواص مکانیکی، رئولوژی و زیست‌تخریب‌پذیری پلی‌اتیلن با چگالی کم-نشاسته گرمانرم-نانو خاک رس

استادان راهنما: عبدالرسول ارومیه‌ای، اسماعیل قاسمی

دانشجوی دکتری: سعید مرتضوی

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۳۹۲

در این مطالعه، آمیزه‌های پلی‌اتیلن با چگالی کم (LDPE) و نشاسته گرمانرم (TPS) در مجاورت سازگارکننده واکنشی پلی‌اتیلن پیوند یافته با ایندیرید مالئیک (LDPE-g-MA) و نیز نانوکامپوزیت‌های سه‌جزئی آنها با افزودن نانوذرات اصلاح شده Cloisite 30B در ترکیب درصدی متفاوت و TPS با فرایند اختلاط واکنشی تهیه شد. سپس، برای بررسی ریزساختار نمونه‌ها، به‌ویژه نانوکامپوزیت‌ها، آزمون‌های مختلفی مانند میکروسکوپی الکترونی پویشی (SEM)، الکترونی عبوری (TEM)، نیروی اتمی (AFM)، طیف پراش پرتو ایکس در زاویه کوچک (SAXS) و استخراج به کمک حلال انجام شد. در ادامه، خواص مختلف نمونه‌ها مانند خواص کششی، دینامیکی-مکانیکی-گرماپی و رئولوژیکی معین شد. در نهایت نیز زیست‌تخریب‌پذیری نمونه‌ها با آزمون‌های مختلف مطالعه شد. هدف اصلی از انجام این پژوهش، یافتن ارتباط بین ریزساختار نمونه‌ها و خواص مکانیکی، گرانبه‌کشی و زیست‌تخریب‌پذیری آمیزه‌ها و نانوکامپوزیت‌هاست. نتایج آزمون‌های شناسایی اولیه نشان داد، نانوذرات عمدتاً در فاز TPS و قسمتی از آنها هم در سطح مشترک بین دو فاز قرار می‌گیرند. محاسبات براساس کشش بین‌سطحی و ضریب خیس‌شوندگی نیز این نتایج را تایید می‌کند. تصاویر SEM نشان داد، در غلظت‌های کم TPS شکل‌شناسی آمیزه‌ها به شکل قطره - ماتریس است و این روند تا غلظت‌های زیاد نیز حفظ می‌شود. اما در ترکیب درصد وزنی ۷۵٪ از TPS شکل‌شناسی به هم پیوسته شکل می‌گیرد که نشان‌دهنده نزدیک شدن به نقطه وارونگی فازی است. آزمون استخراج حلال نیز نشان داد، افزودن نانوذرات باعث افزایش محسوس پیوستگی TPS می‌شود که می‌تواند نمایانگر افزایش سازگاری بین دو فاز به خاطر وجود نانوذرات باشد. نتایج خواص کششی نشان داد، آمیزه پلی‌اتیلن و نشاسته گرمانرم حتی در غلظت‌های زیاد TPS نیز خواص مکانیکی مناسبی نشان می‌دهد. افزودن نانوذرات باعث افزایش استحکام نمونه‌ها شده، در عین حال انعطاف آنها نیز تا حدود زیادی حفظ می‌شود. آزمون‌های دینامیکی نیز افزایش مدول و دمای آسودگی فاز غنی از نشاسته را برای نانوکامپوزیت‌ها نشان می‌دهد. همچنین، وجود نانوذرات باعث نزدیک‌تر شدن دماهای آسودگی دو فاز به یکدیگر می‌شود که بیانگر افزایش سازگاری بین دو فاز به خاطر قرار گرفتن گروهی از نانوذرات در سطح مشترک است. خواص رئولوژیکی نمونه‌ها نیز افزایش شدید کشسانی مذاب نمونه‌ها به خاطر به وجود آمدن شبکه‌ای از قطره‌های TPS در اثر وجود سازگارکننده واکنشی است. آزمون‌های زیست‌تخریب‌پذیری نشان دهنده افزایش قابل توجه این خاصیت با افزایش غلظت TPS و بهبود محسوس آن در اثر وجود نانوذرات است. آزمون‌های جذب آب نشان داد، در نزدیکی نقطه وارونگی فازی، تراوایی و جذب آب به شدت افزایش می‌یابد و وجود نانوذرات می‌تواند به طور محسوس جذب آب را کاهش دهد. در تمام موارد سعی شد تا بر مبنای ریزساختار نمونه‌ها، نتایج حاصل از آزمایش‌ها مطالعه و بررسی شده و نتایج تا حد امکان با استفاده از مدل‌های مختلف پیش‌بینی شود. نتایج نشان داد، با استفاده از مدل‌های مناسب می‌توان خواص متفاوت نانوکامپوزیت‌ها را با دقت نسبتاً خوبی پیش‌بینی کرد.