



اولین همایش ملی بهینه سازی و بهره وری مصرف انرژی در صنایع غذایی و کشاورزی

۲۹-۳۰ اردیبهشت ۱۴۰۵



برگزار کننده
انجمن ملی صنایع غذایی و کشاورزی

مروری بر کاربردهای حلال‌های یوتکتیک عمیق در بسته‌بندی و میکروبیولوژی

پویا رضوانی^۱، علی فروهر^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

ایمیل نویسنده مسئول: Forouhar@iut.ac.ir



چکیده

EFAB015831222

شماره مقاله

با رشد روزافزون رویکردهای شیمی سبز و نیاز به یافتن جایگزین‌هایی پایدار، ایمن و دوستدار محیط‌زیست برای حلال‌های سنتی، توجه پژوهشگران به سمت توسعه و کاربرد حلال‌های یوتکتیک عمیق جلب شده است. این گروه از حلال‌ها، با توجه به خواص منحصر به فردشان نظیر زیست‌تخریب‌پذیری، پایداری حرارتی مناسب و سهولت تهیه، در دسته‌ی حلال‌های سبز طبقه‌بندی می‌شوند. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از حلال‌های یوتکتیک عمیق، می‌تواند منجر به ارتقاء ویژگی‌های مکانیکی فیلم‌ها از جمله افزایش الاستیسیته و انعطاف‌پذیری گردد. افزون بر این، ترکیبات سازنده‌ی این حلال‌ها قادرند با القای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی در فیلم‌های بسته‌بندی، موجب افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت مواد غذایی شوند. حلال‌های یوتکتیک عمیق می‌توانند از طریق اختلال در ساختار غشای سلولی و مهار مسیرهای حیاتی میکروبی، عملکرد مؤثری در کنترل آلودگی‌های میکروبی داشته باشند.

کلید واژه‌ها: بسته‌بندی، میکروبیولوژی، شیمی سبز، DES

مقدمه

حلال‌های یوتکتیک عمیق (DESS) برای اولین بار در دهه ۱۹۹۰ معرفی شدند. این حلال‌ها از مخلوط دو (یا بیشتر) جزء تشکیل شده‌اند که این اجزا شامل یک گروه هیدروژن گیرنده مثل نمک‌های آمونیوم چهارتایی و کلرید فلز و یک گروه هیدروژن دهنده مثل اسیدهای کربوکسیلیک و آمیدها هستند. این ترکیبات با برقراری پیوند هیدروژنی قادرند در دمایی کمتر از دمای ذوب اجزا منفرد خود با یکدیگر ترکیب شده و یک حلال شفاف و همگن را که نقطه ذوب آن نسبت به اجزا منفرد کاهش یافته است تشکیل دهند. از ویژگی‌های حلال‌های یوتکتیک عمیق می‌توان به زیست تخریب‌پذیری، ارزان بودن، امکان استفاده به عنوان عوامل ضد انجماد و پایداری آن‌ها اشاره کرد. این ویژگی‌ها باعث می‌شود برخلاف حلال‌های مرسوم مورد استفاده در صنایع غذایی مثل حلال‌های آلی که اثرات نامطلوبی بر سلامت انسان و محیط زیست دارند، جایگزینی مناسبی به شمار آید که هم کم خطرتر بوده و هم ایمنی بیشتری برای انسان دارد. این مطالعه به طور خاص بر ویژگی‌های این حلال‌ها در حوزه بسته‌بندی مواد غذایی و تاثیر آن‌ها بر میکروارگانیسم‌ها تمرکز دارد.

میکروبیولوژی

به طور کلی این تصور وجود دارد که حلال‌های یوتکتیک عمیق کاملاً غیر سمی هستند. با این حال، فرض اینکه NADESs اثر سمی بر روی ارگانیسم‌های مختلف ندارند، مناسب نیست، زیرا پس از تشکیل پیوندهای هیدروژنی، یک ساختار فوق مولکولی جدید ایجاد می‌شود که ارزیابی سمیت احتمالی NADESs را در نتیجه این تغییرات ضروری می‌سازد. روش‌های مختلفی برای بررسی سمیت DESها در برابر میکروارگانیسم‌های پروکاریوت و یوکاریوت وجود دارد. به عنوان مثال می‌توان به روش انتشار در دیسک و چاهک، روش رقت در محیط مایع و آزمون زیستی FTIR اشاره کرد. به طور کلی عواملی که می‌تواند منجر به تخریب میکروارگانیسم توسط DES شود شامل تخریب دیواره سلولی، pH کم آبی سلول، ماهیت و خواص اولیه DES و پراکندگی بار است. DESهای ساخته‌شده از کولین کلراید و اسیدهای آلی دارای pH کمتر از ۳ بودند و در نتیجه، منجر به دناتوره شدن پروتئین‌ها و کاهش فعالیت سلول‌های *A. fischeri* شده است. اثر مخرب pH بر قارچ‌ها نیز ذکر شده است که دهنده‌های پیوند هیدروژنی اسیدی و بازی مثل با فراهم کردن pHهای کمتر از ۳ و بیشتر از ۸ منجر به تخریب سلول‌های میکروارگانیسم‌ها شده و pH بازی تاثیر شدیدتری بر مخمرها دارد. برخی DESها توانستند با تاثیر بر غشا سلولی باکتری *E. coli* منجر به مهار رشد این باکتری شوند.

بسته بندی

مشکلات رو به رشد پلاستیک، انگیزه‌ای برای جستجوی مواد سبزتر یعنی منابع زیست‌تخریب‌پذیر و تجدیدپذیر ایجاد کرده است. امروزه باتوجه به گسترش پلیمرهای سنتزی و تاثیر مخرب آن‌ها بر محیط زیست، نیاز شدیدی به جایگزینی بیوپلیمرها مثل سلولز، کیتوزان، زئین و آلزینات سدیم به جای پلیمرهای سنتز شده شیمیایی احساس می‌شود. در این راستا، DESها به طور کلی برای بهبود خواص فیزیکوشیمیایی چنین پلیمرهای طبیعی می‌توانند کاربردهای گسترده‌ای داشته باشند. حلال‌های یوتکتیک عمیق طبیعی اخیراً به عنوان پلاستی‌سایزرهای امیدوارکننده‌ای در کاربردهای پوشش غذایی به دلیل خاصیت عالی ضد یخ‌زدگی و ایمنی زیستی ظاهر شده‌اند. به عنوان مثال، با استفاده از DES مبتنی بر کولین کلراید و اسیدهای آلی فیلم‌های کیتوزان با خواص مکانیکی بهبود یافته تولید شده که منجر به ساخت فیلم‌هایی با خواص آنتی‌باکتریال و آنتی‌اکسیدانی شده است. سیستم‌های DES مبتنی بر کولین کلراید و گلیسرول، گلوکز یا اوره، اثراتی مشابه یا حتی بهتر از پلاستی‌سایزرهای متداول مثل گلیسرول یا اتیلن‌کربنات نشان دادند. در فیلم‌های کامپوزیتی پایه سلولزی (مانند هیدروکسی‌اتیل سلولز و الیاف سلولز طبیعی)، استفاده از این DESها باعث افزایش تا ۸۱ درصدی در ازدیاد طول در نقطه شکست شده.

نتیجه گیری

مطالعات انجام شده نشان دادند که حلال‌های یوتکتیک عمیق به‌عنوان نسل جدیدی از حلال‌های سبز، گزینه‌ای بسیار کارآمد و پایدار برای به‌کارگیری در فناوری بسته‌بندی فعال محسوب می‌شوند. این ترکیبات، به‌دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد فیزیکوشیمیایی مانند پایداری حرارتی مناسب، قابلیت زیست‌تخریب‌پذیری و سازگاری زیستی بالا، توجه پژوهشگران را در زمینه بسته‌بندی مواد غذایی به خود جلب کرده‌اند. بر اساس نتایج، استفاده از DESها در قالب افزودنی یا حامل فعال در فیلم‌های بسته‌بندی می‌تواند منجر به بهبود ویژگی‌های مکانیکی از جمله افزایش الاستیسیته، انعطاف‌پذیری و خاصیت نرم‌کنندگی شود. این اثر ناشی از تعاملات قوی بین اجزای هیدروژنی دهنده و هیدروژنی‌پذیر در ساختار DES است. همچنین برخی از ترکیبات DES قادرند با اختلال در غشای سلولی، تغییر در نفوذپذیری یا مهار مسیرهای متابولیکی، رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های فسادزا و یا پاتوژن را مهار کنند.

گزیده منابع

- Alves, T.F.P., Teixeira, N., Vieira, J., Vicente, A. A., Mateus, N., de Freitas, V., & and H.K.S. Souza, Sustainable chitosan packaging films: Green tea polyphenolic extraction strategies using deep eutectic solvents. Clean. Prod, 2022. 372: p. 133589.
- Chandra Roy, V., et al., Extraction of astaxanthin using ultrasound-assisted natural deep eutectic solvents from shrimp wastes and its application in bioactive films. J. Clean. Prod, 2021. 284: p. 125417.
- de Moraes, P., et al, Ecotoxicity of cholinium-based deep eutectic solvents. ACS Sustain. Chem. Eng, 2015. 3(12): p. 3398-3404.