یازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

رهیافت نوآورانه بیوفرآوری در توسعه و کاربرد سبوس حاصل از آسیاب گندم به عنوان منبع جدید در تولید مواد بیوشیمیایی

شهرام پورزارع(نویسنده مسئول)[۱]، عبدالرضا مطلبی کاشانی[۲]، مهرداد نوری[۳]

[۱] واحد تحقیق و توسعه شرکت تولیدی آرددارن- گروه صنعتی تک، تهران shahram_pourzare@yahoo.com

[۲] واحد تحقیق و توسعه شرکت تولیدی آرددارن- گروه صنعتی تک ، تهران shahram_pourzare@yahoo.com

[۳] واحد تحقیق و توسعه شرکت تولیدی آرددارن- گروه صنعتی تک، تهران shahram_pourzare@yahoo.com

چکیده

فرآوری بیولوژیکی ماده سبوس توسط ابزارهای بیوشیمیایی تخمیر وهمزمان ابداع تجزیه آنزیمی –بیوشیمیایی راهکاری موثر برای تغییر فیبر و سلولز به همراه محتوی زنجیره نشاسته ای آن ایجاد می نماید. فرآوری بیولوژیکی ماده سبوس توسط ابداع ابزارهای بیوفرآیندی-بیوکاتالیستی وهمزمان ابداع تجزیه آنزیمی –بیوشیمیایی راهکاری موثر برای تغییر ماهیت محتوی سازنده این محصول جانبی همچون فیبر، سلولز، مواد آروماتیکی به همراه محتوی زنجیره نشاسته ای آن ایجاد می نماید. مطالعه حاضر معرفی رهیافت نوآورانه جدید در مسیر خلق ارزش از فرآورده های جانبی صنعت آسیاب غلات اشاره دارد که عمدتاً براساس مواد پایه لیگنوسلولزی هستند.در این فرآیند ابداع و طراحی شده به طور خاص به متدولوژی اختصاصی و با راندمان بالای بیوفرآوری در زمینه کاربرد محصولات جانبی سبوس حاصل از آسیاب دانه گندم به عنوان بستر تولید همزمان محصولات بیوشیمیایی با ارزش بالا از طریق کاربرد مواد آنزیمی درون زای این ماده بیوفعال اشاره دارد.

واژه‌های کلیدی

بیوفرآوری؛ سبوس گندم؛ بیوفعال؛ لیگنوسلولز.

۱. متن مقاله

به طور کلی رشد و پایداری چرخه اقتصادی نیاز به تامین منابع مواد اولیه ارزان قیمت و مناسب برای تولید صنعتی دارد. بنابراین به عنوان یک هدف برگرفته از این چشم انداز، به منظور کاهش اتکا به سوخت های فسیلی جهت تولید مواد شیمیایی ضروری و ایجاد منابع جایگزین، چرخه اقتصادی پایدار کاربری منابعی همچون زیست توده ، پسماند ها و بقایای کشاورزی و محصولات کم ارزش صنایع غذایی و گیاهی را در اولویت فرآیندی و تکنولوژیک جهت بدست آوردن سوخت های زیستی ، مواد شیمیایی و سایر محصولات با ارزش افزوده بالا قرار می دهد.

در حال حاضر مواد و محصولات حاصل از عملیات بیوشیمیایی زیستی پیشرفته ، مانند،فرآیند انجام شده در فرآیندهای سلولزی ، در سراسر جهان به عنوان مولفه و جزء اصلی در کربن زدایی حاصل از عملیات سوخت در بخش حمل و نقل شناخته شده اند و تعداد فزاینده ای از چارچوب سیاست ها استقرار این ماده را در مقیاس وسیعی ترویج می دهند. در این میان مساله اصلی در راه اندازی این فرآیند ها همواره دستیابی به هزینه های رقابتی و افزایش تولید ، تهیه مواد اولیه ارزان قیمت مدنظر بوده است و درنتیجه درحال حاضر انواع زیست توده لیگنوسلولزیک به طور فزاینده ای به عنوان ماده ای با چشم انداز پایدار و کم هزینه برای تولید سوخت ، انرژی و مواد شیمیایی تحت طرح اولویت بالای یک پالایشگاه زیستی در نظر گرفته می شود.

همانطور که اشاره گردید سبوس گندم و جوانه اصلی ترین محصول جانبی آسیاب گندم و تولید آرد هستند. بسته به روش آسیاب و درجه آرد حاصل از آسیاب ۲۳ الی ۲۷ درصد از وزن هسته از زنجیره غذایی خارج می شود. این سبوس عمدتا به عنوان خوراک و ماده اولیه در تولید سوخت های زیستی و فقط در مقادیر جزئی به عنوان غذا استفاده می شود.

با همت یافته های تحت مطالعه مقاله حاضر ، فرآوری بیولوژیکی ماده سبوس توسط ابزارهای بیوشیمیایی تخمیر وهمزمان ابداع تجزیه آنزیمی –بیوشیمیایی راهکاری موثر برای تغییر فیبر و سلولز به همراه محتوی زنجیره نشاسته ای آن ایجاد می نماید. بنابرای در روش ارائه شده حاضر توسط حاضر اثر ترکیبی آنزیم ها و تخمیر بر اساس این که آنزیم های تجزیه کننده دیواره سلولی باعث افزایش تجزه ساختارهای سلولزی به پلیمرهای کوچک و محتوای کربوهیدرات در دسترس سبوس گندم می شوند، رشد میکروبی میکروارگانیزم های مخمر سبوس را بهبود بخشیده و رشد بهتر میکروبی باعث اسیدی شدن سریعتر فرآیند زیستی در محیط فرآوری سبوس می شود و این عمل به نوبه خود آنزیم های درون زا را در سبوس فعال کرده و این فعال شدن سریع آنزیم های درون زا ، هیدرولیز و حل شدن زنجیره های سلولزی و ماهیت بیوکاتالیستی پروتئین ها و زنجیره های پلیمری لیگنین رادر محیط افزایش می دهد و این سینرژیسم در افزایش اسیدیته به همراه بهبود نتیجه قابلیت هضم مواد بیوپلیمری، پروتئینی استخراج شده، راه را برای اقدام پیش فرآوری ساختار سلولزی، زنجیره های پلی ساکاریدی و پروتئینی در سبوس ایجاد نموده و تجزیه آن در مرحله فراوری نهایی آن را بهبود می بخشد.

لذا از این منظر سبوس گندم صنعتی به صورت مستقیم و مستقل با راندمان بالا به عنوان یک مدل از مواد جانبی ارزان قیمت و فراوان حاصل از فرآوری غلات ؛ طی فرآیند طراحی شده می تواند همزمان ماده اولیه ای برای تبدیل به ترکیبات بیولوژیکی و بیوشیمیایی با ارزش بالا محسوب گردد.

مواد و روش تحقیق

مطالعه و مسیر بیوفناوری و بیوشیمیایی استفاده شده در طرح حاضر از سیستم ترکیبی کاتالیستی آنزیمی و کمپلکس بیوشیمیایی درون زا برای استخراج راندمان بالا و مقرون به صرفه سه ماده بیو اتانول، پروتئین و ترکیبات بیوفعال پایه پلیمر

زیستی-آنزیمی در راندمان بالا از سبوس حاصل از آسیابانی گندم انتخاب شده و طراحی فرآیند آن در سه مرحله به ترتیب زیر صورت گرفت؛

مرحله نخست : پیش فرآوری زیست توده یا سبوس گندم

مرحله میانی: کاهش ویسکوزیته و هیدرولیز آنزیمی ساختار سلولز، همی سلولز و پلی ساکاریدی

مرحله نهایی: تخمیرنهایی و جداسازی لیگنین

یافته ها و بحث و نتیجه گیری

توصیف اهمیت مرحله نخست؛

در این مرحله هدف آماده سازی و پیش تجزیه ساختار سبوس گندم به منظور بالا بردن فراهمی زیستی منابع در دسترس سبوس در شرایط تجزیه مولکولی می باشد. از شرایط پیش شستشو و ضد گند نمودن ساختار سبوس و حتی آسیاب مجدد آن آغاز شده و وارد مرحله تجزیه جت بخار در فشار بالا می گردد .این مرحله از بخار اشباع شده برای ایجاد اختلال در پیوندهای بین لیگنین ، سلولز و همی سلولز استفاده می کند و این عمل باعث فعال شدن آنزیم های تجزیه کننده دیواره سلولی در دسترس سبوس گندم می شوند. این فناوری ضمن کاهش تشکیل بازدارنده ها و اثر انها در راندمان فرآیندهای پایین دستی ، مزایای اصلی فرآیندهای استاندارد بخار و پایه آب را در این سیستم نیز همزمان حفظ می کند .عدم افزودن مواد شیمیایی و جداسازی باراندمان بالای ساختارهای سلولز و همی سلولز باعث کاهش خالص سرمایه)ایجاد ایزوله های پروتئین قابل هضم(وکاهش هزینه های عملیاتی)دوز آنزیم پایین (در نهایت است. این سینرژیسم در افزایش اسیدیته به همراه بهبود نتیجه قابلیت هضم پروتئین استخراج شده، راه را برای اقدام پیش فرآوری ساختار سلولزی در سبوس و تجزیه آن در مرحله پیش فراوری را بهبود می بخشد. همزمان بالاترین راندمان استخراج پروتئین با قابلیت هضم بالای آن در دسترس فرآیند قرار می دهد.

همانطور که ملاحظه می گردد طی انجام فرایند پیش فرآوری بخش عمده ای از ساختار مستحکم سلولزی در سبوس گندم در شرایط در دسترس طی فرآیند فوق می گردد.

*** توجه گردد که استفاده از روش فوق گام هوشمندانه ای برای ایجاد فراهمی زیستی در ساختار سبوس ایجاد نموده و ادامه فرایند جداسازی را در شرایط بهینه یافته با راندمان بالاتر قرار می دهد. همچنین توجه گردد که در این مرحله هنوز گام تجزیه و استخراج آغاز نشده است بلکه یک مرحله پیش فرآوری محسوب می گردد.

توصیف اهمیت مرحله میانی:

"در روش ابداع شده حاضر اثر ترکیبی آنزیم ها و تجزیه بیوشیمیایی درون زا بر اساس این که آنزیم های تجزیه کننده دیواره سلولی به صورت کاتالیتیک باعث همزمان افزایش قند قابل تخمیر، محتوای کربوهیدرات در دسترس سبوس گندم و بیشترین استخراج پروتئین های قابل هضم می شوند، بهره گرفته شده است."

در این روش پس از عبور از مرحله پیش فرآوری از طریق کاربرد کمپلکس آنزیم های هیدرولیتیک حاصل از فرمولاسیون ترکیبی آنزیم های زایلاناز، همی سلولاز و آمیلاز در نسبت های به ترتیب ۲:۱:۱ برروی بستر پیش فراوری شده از اسید لاکتیک سبوس در محیط بافر فسفریک اسید در دمای ۳۲ درجه و اسیدیته ۵-۶ سبوس پیش فرآوری شده تلقیح می گردد. این عمل رشد میکروبی میکروارگانیزم های درون زای مخمر سبوس را دوچندان تسریع داده و رشد بهتر میکروبی باعث اسیدی شدن سریعتر فرآیند زیستی در محیط فرآوری سبوس می شود و این عمل به نوبه خود آنزیم های درون زا را در سبوس فعال کرده و این فعال شدن سریع آنزیم های درون زا ، هیدرولیز و حل شدن پروتئین ها را در محیط طی ۲۴ ساعت

افزایش می دهد و این سینرژیسم در افزایش اسیدیته به همراه بهبود نتیجه در تجزیه و اصلاح قابلیت هضم پروتئین استخراج شده، راه را برای اقدام پیش تغلیظ پروتئین های قابل استخراج بالاتر برده و آغاز تجزیه ساختار سلولزی در سبوس و تجزیه آن به قندها را در این مرحله بهبود می بخشد. همزمان بالاترین راندمان تا ۹۰ درصد استخراج پروتئین با قابلیت هضم بالای آن در دسترس فرآیند قرار می دهد.

در این مرحله جداسازی پروتئین از محیط در دمای ۳۰-۴۰ و فشار اتمسفر آغاز شده و محیط جهت ادامه مسیر استخراج قندها و ادامه تجزیه سلولزی وارد گام عمل آوری بیشتر محیط آنزیمی در شرایط ۶۰ درجه به همراه تنظیم اسیدیته ۵ به مدت ۴۸ ساعت می گردد.

همانطور که در جدول فوق قابل ملاحظه می باشد طی این مرحله دو گام موازی تغلیظ پروتئین و افزایش میزان قندهای احیاء کننده در حجم و راندمان بسیار بالاتری صورت پذیرفته و دو ماده با ارزش اقتصادی بالاتر در دسترس بیو فراوری قرار می دهند.

توجه: در پایان این مرحله با در نظر گرفتن استخراج مواد پروتئینی از محیط و تجزیه آنزیمی مواد سلولزی و پلیمری به مواد ریزساختار قندی و اولیگومری ویسکوزیته محیط بسیار پایین آمده و اجازه می دهد تا بالاترین میزان درصد جامد مواد در حجم مشخصی از محلول وجود داشته باشد و بتواند در ادامه فرآیند وارد مرحله تخمیر جهت تجزیه مواد قندی به الکل بیو اتانول با راندمان بالا گردد .

توصیف اهمیت مرحله نهایی:

در این مرحله با استفاده از پیاده سازی روش کاربرد ترکیب سویه باکتری و قارچ مخمر به همراه آنزیم گلوکوآمیلاز در محیط بافری آمونیوم فسفات در میزان اسیدیته ۵-۶ به همراه مواد مغذی بر پایه مالت و اینوفولیک اسید، تخمیر پیوسته محیط قندی و تجزیه پیوسته ساختارهای ریز مولکولی و اولیگوساکاریدی به مدت ۲۴ ساعت برروی محیط صورت گرفته و همزمان بیواتانول به صورت پیوسته توسط غربال مولکولی استخراج می گردد تا از اثر عوامل بازدارنده رشد راندمان تخمیر در این مرحله جلوگیری گردد. در گام میانی این مرحله پس از ۲۴ ساعت محیط به منظور تقطیر الکل مربوطه فرآوری شده و پس از استخراج الکل باقیمانده وارد مرحله استخراج لیگنین آن می گردد.

در گام آخر این مرحله استخراج لیگنین از محیط توسط کاربرد روش سولفوناسیون در دمای ۸۰ درجه توسط اسید سولفوریک غلیظ به نوع لیگنوسولفونات قابل حل شده و طی یک مرحله الترافیلتراسیون از محیط خارج می گردد.

قدردانی: تمامی حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به گروه تحقیق و توسعه شرکت آرددارن وابسته به گروه صنعتی تک ماکارون بوده و تمامی مطالعات فوق به صورت معنوی در سازمان مالکیت معنوی ایران ثبت ملی شده و فایل حق تقدم بین المللی اثر متعلق به گروه صنعتی تک می باشد.

منابع؛

1. Karovicˇova, Z.K.-J. and Kohajdova, J. (2007). Fermentation of cereals for specific purpose. *Journal of Food and Nutrition Research* 46 (2): 51–57.
2. Salmeron, I. (2017). Fermented cereal beverages: from probiotic, prebiotic and symbiotic towards nanoscience designed healthy drinks. *Letters in Applied Microbiology* 65 (2): 114–124. Sandhu, H.P.
3. Roth, M., Jekle, M., and Becker, T. (2019). Opportunities for upcycling cereal byproducts with special focus on distiller's grains. *Trends in Food Science & Technology* 91: 282–293.

4. Stoven, S., Murray, J.A., and Marietta, E. (2012). Celiac disease: advances in treatment via gluten modification. *Clinical Gastroenterology and Hepatology* 10 (8): 859–862.
5. Wen, C., Zhang, J., Yao, H. et al. (2019). Advances in renewable plant-derived protein source: the structure, physicochemical properties affected by ultrasonication. *Ultrasonics Sonochemistry* 53: 83–98.
6. Scherf, K.A., Wieser, H., and Koehler, P. (2018). Novel approaches for enzymatic gluten degradation to create high-quality gluten-free products. *Food Research International* 110: 62–72.
7. Singh, A., Karmakar, S., Jacob, B.S. et al. (2015). Enzymatic polishing of cereal grains for improved nutrient retainment. *Journal of Food Science and Technology* 52 (6): 3147–3157.
8. Saldivar, S. (2003). Cereals: dietary importance. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (eds. B. Caballero, L. Trugo and P. Finglas), 1027–1033. Academic Press.

Ryu, D., Kowalski, R.J., Ganjyal, G., and Lee, H.J. (2019). Reduction of ochratoxin A Pojić, M., Mišan, A., and Tiwari, B. (2018). Eco-innovative technologies for extraction of proteins for human consumption from renewable protein sources of plant origin. *Trends in Food Science & Technology* 75: 93–104.