



دستورالعمل استخراج سیلیس از پوسته برنج

میثاق پرهیزکار*

استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

چکیده

پوسته بیرونی برنج، یک محصول فرعی کشت برنج است که حدود ۲۰ درصد وزن شلتوک را به خود اختصاص می‌دهد. متأسفانه در کشور پوسته بیرونی شلتوک برنج به عنوان محصولی غیرقابل استفاده قلمداد شده و عموماً بازیافت نمی‌شود. در حالی که می‌توان از پوسته بیرونی برنج که دورریز صنایع شالیکوبی است، در تولید ذرات سیلیس استفاده کرد. در این مقاله، استخراج سیلیس از پوسته شلتوک برنج در مقیاس کوچک توضیح داده شده است.

واژگان کلیدی: استخراج، برنج، پوسته برنج، سیلیس، شلتوک، فرآورده‌های جانبی



بیان مسئله

قاره آسیا بیش از ۹۰ درصد از کل تولید جهانی برنج را به خود اختصاص داده است. سطح زیرکشت و تولید برنج در ایران به ترتیب بیش از ۵۲۹ هزار هکتار و ۳/۲ میلیون تُن گزارش شده است (کوچکی پنجاه و همکاران، ۲۰۲۳). بنابراین، سالانه بیش از ۳ میلیون تُن شلتوک در شالیزارهای کشور تولید می‌شود. با در نظر گرفتن حدود ۵ درصد ضریب بازیافت سبوس (نسبت استخراج سبوس)، مقدار سبوس تولیدی در کشور در سال بیش از ۱۵۰ هزار تُن است. سبوس برنج یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های جانبی برنج است. سبوس برنج دارای مواد مغذی و فیبر بالا است و کاربردهای متعددی در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی دارد. سبوس برنج حاوی مقدار زیادی سیلیس است که می‌تواند استخراج و در طیف وسیعی از کاربردها مورد استفاده قرار گیرد. کاربردهای سیلیس استخراج شده از پوسته برنج، در کشاورزی، ساخت و ساز، الکترونیک و انرژی‌های تجدیدپذیر است. سیلیس در ایران عمدتاً از معادن طبیعی در مناطقی مانند همدان، زنجان، خوی و فیروزکوه استخراج می‌شود. با این حال، با توجه به فرآوری سخت سیلیس، بخشی از نیاز به این عنصر با خلوص بالا از طریق واردات تأمین می‌شود.

پوسته بیرونی شلتوک برنج حدود ۲۰ درصد وزن شلتوک را به خود اختصاص می‌دهد و به‌طور تقریبی حدود ۱۰ درصد وزن پوسته بیرونی شلتوک، سیلیس است. از لحاظ اقتصادی استخراج سیلیس به صرفه است. به عنوان مثال، استان گیلان ۱۸۰۵ کارخانه شالیکوبی دارد که در هر سال حدود ۷۰۰ هزار تُن شلتوک تولید شده از ۲۳۰ هزار هکتار شالیزار را به برنج سفید تبدیل می‌کنند (نیکخوی شالدهی و ابراهیمی گسگری، زیر چاپ). در این فرآیند، حدود ۲۰ درصد وزن خشک شلتوک یعنی ۱۴۰ هزار تُن پوسته بیرونی شلتوک به عنوان محصول جانبی در کارخانه‌های شالیکوبی برجای می‌ماند که حدود ۲۰ درصد وزن خشک این پوسته سیلیس است. بنابراین، از لحاظ تئوری، امکان استخراج ۲۸ هزار تُن سیلیس (معادل ۵۶۰ هزار گونی ۵۰ کیلوگرمی) از این محصول جانبی وجود دارد.

معرفی دستورالعمل

تولید سیلیس از پوسته برنج

مرحله اول: حذف ناخالصی‌ها از پوسته برنج

برای حذف ناخالصی‌ها از پوسته برنج (شکل ۱) و افزایش سطح ویژه سیلیس، از هیدروکلریک اسید ۱۰ درصد همراه با حرارت به مدت ۲ ساعت استفاده می‌شود. هیدروکلریک اسید با حل و جدا کردن یون‌های فلزی و سایر آلاینده‌ها، به دستیابی به سیلیس بی‌شکل با خلوص و واکنش‌پذیری بیشتر کمک می‌کند.

دستور العمل استخراج سیلیس از پوسته برنج / میثاق پرهیزگار



شکل ۱- پوسته شلتوک برنج

مرحله دوم: شست و شو، خشک کردن و سوزاندن پوسته برنج

در این مرحله، پوسته‌های شلتوک برنج شسته شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس خشک می‌شوند (شکل ۲). بعد از اتمام خشک شدن، پوسته‌ها به مدت ۲ ساعت در دمای ۷۰۰ درجه سلسیوس در کوره سوزانده شده و پودر سفیدرنگ حاوی سیلیس حاصل می‌شود (دلا^۱ و همکاران، ۲۰۰۲). این پودر سفیدرنگ، بی‌شکل است و در صورت داشتن اندازه مناسب، به آن نانوذرات گفته می‌شود (نیکخوی شالدهی و ابراهیمی، زیر چاپ).



شکل ۲- پوسته شلتوک جوشانده و شسته شده (راست) و خشک شده (چپ) برای استخراج سیلیس

¹ Della



مرحله سوم: بلوری کردن پودر حاوی سیلیس

در این مرحله، پودر سفیدرنگ حاصله با محلول پتاسیم نیترات ۰/۵ نرمال به مدت یک ساعت هم زده می شود (وانگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). پس از صاف شدن محلول با کاغذ صافی، در دمای ۸۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۸ ساعت در کوره قرار داده می شود تا ذرات سیلیس متخلخل نیمه بلوری تشکیل شوند (پرهیزکار و همکاران، ۲۰۲۳). پودر حاوی سیلیس در شکل ۳ نشان داده شده است. پتاسیم نیترات در کنترل فرآیند احتراق و به طور بالقوه بر ترکیب و خواص خاکستر پوسته برنج نقش دارد. پتاسیم نیترات همچنین می تواند بر واکنش پذیری و ویژگی های خاکستر پوسته برنج تأثیر بگذارد، که در این صورت در پردازش بیشتر برای استخراج سیلیس مفید است. علاوه بر این، برخی از فرآیندهایی که درگیر تولید خاکستر پوسته برنج می شوند، از محیط قلیایی ایجاد شده توسط پتاسیم نیترات برای افزایش انحلال سیلیس استفاده می کنند. این باعث جداسازی آسان تر سیلیس می شود.



شکل ۳- پودر سفیدرنگ حاوی سیلیس استخراج شده از پوسته برنج

توصیه ترویجی (جمع بندی)

پوسته بیرونی شلتوک یک محصول جانبی در کارخانه های شالیکوبی برنج است. پوسته بیرونی شلتوک حاوی مقدار زیادی سیلیس است که می توان با روش های شیمیایی و حرارتی آن را استخراج کرد. از مزایای روش شیمیایی در استخراج سیلیس از

¹ Wang



دستورالعمل استخراج سیلیس از پوسته برنج / میثاق پرهیزگار

پوسته بیرونی برنج می‌توان به کنترل فرآیند و خلوص بالای سیلیس اشاره کرد. معایب روش شیمیایی، هزینه‌های بالا و مسائل زیست‌محیطی است. استخراج سیلیس در صورت اثبات توسط روش‌های ذکر شده، برای تولید نانوذرات سیلیس با کاربردهای فراوان مقرون به صرفه است. این روش نه تنها به کاهش ضایعات کشاورزی کمک می‌کند، بلکه یک منبع همیشگی و ارزان برای تولید سیلیس است.

فهرست منابع

- ۱- نیکخوی‌شالدهی، فاطمه و رضا ابراهیمی گسگری. (زیر چاپ). امکان‌سنجی و ظرفیت‌سنجی تولید نانوارگانو سیلیس از پوسته بیرونی شلتوک و تعیین ویژگی‌های آن. *تولیدات گیاهی*.
2. Della, V.P., I. Kühn and D. Hotza. 2002. Rice husk ash as an alternate source for active silica production. *Materials Letters*, 57: 818-821.
3. Kouchaki-Penchah, H., M.R. Alizadeh and M.T. Karbalaee Aghamolki. 2023. Measuring eco-efficiency of rice cropping systems in Iran: An integrated economic and environmental approach. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 57: 103281.
4. Parhizkar, M., Z. Ghasemzadeh, M. Shabanpour, S. Mohamadi, R. Shamsi and A. Ramezani. 2023. Effects of silica nanoparticles on root characteristics of *Zoysia grass* and rill detachment capacity in soils treated with hydromulch. *Catena*, 228: 107185.
5. Wang, W., J.C. Martin, X. Fan, A. Han, Z. Luo and L. Sun. 2012. Silica nanoparticles and frameworks from rice husk biomass. *ACS Applied Materials & Interfaces Journal*, 4: 977-981.