

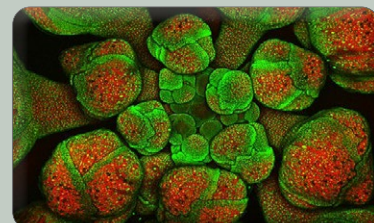
دانش آزمایشگاهی ایران

سال یازدهم ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۲ ■ شماره پیاپی ۴۱

ISSN 2538-3450



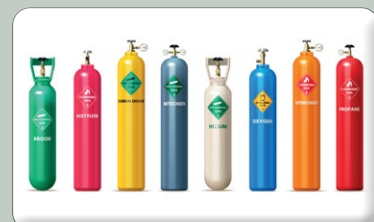
اندازه‌گیری آرسنیک در برنج با روش جذب اتمی تولید هیدرید



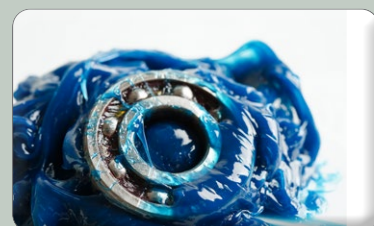
انواع نشانگرها در میکروسکوپ روبشی لیزری هم‌کانون (بخش اول)



بررسی اندازه‌گیری اجزاء آروماتیک، اولفین و غیراشباع در انواع سوخت به روش کروماتوگرافی گازی با ستون کاپیلاری ۱۰۰ متری و قدرت تفکیک بالا



نقش آزمایشگاه در کنترل کیفیت مخازن تحت فشار بدون درز (بخش دوم)



مروری بر مقاومت گریس در برابر آب

طیف‌سنجی جرمی زمان پرواز

توسعه شبکه‌سازی آزمایشگاه‌ها

توسعه جریان دانش در شبکه آزمایشگاهی

نویسندگان

مریم معلمی بهمنی*

*Maryam.moallemi.m@gmail.com

اندازه‌گیری آرسنیک در برنج با روش جذب اتمی تولید هیدرید

مقدمه

امروزه نقش فلزات سنگین در آلودگی‌های زیست‌محیطی و اثرات سوء آنها بر سلامت انسان بر کسی پوشیده نیست [۱]. فلزات سنگین از راه‌های گوناگون وارد بدن انسان می‌شود؛ یکی از این راه‌ها، بلع به همراه مواد غذایی است که در مواد غذایی روزمره مانند غلات، منجر به کاهش ارزش غذایی و افزایش سمیت مزمن آنها می‌شود [۲]. طبق گزارش سازمان غذا و کشاورزی، به‌طور تقریبی، ۳۰ درصد منبع انرژی و ۲۰ درصد از منبع پروتئین جهان از طریق مصرف برنج فراهم می‌شود. بنابراین، این محصول به‌عنوان یکی از پرمصرف‌ترین تیره غلات و جزء اصلی سبد غذایی حدود ۲/۴ میلیارد نفر از جمعیت جهان است که سرانه مصرف آن در جهان ۵۸/۸ کیلوگرم و در ایران معادل ۴۲/۵ کیلوگرم برآورد می‌شود. در واقع برنج، دومین محصول پرمصرف ایران بعد از گندم است [۳]. به دلیل سیاست‌های افزایش جمعیتی در ایران، بدون شک، تقاضای مصرف برنج به‌صورت سالانه افزایش قابل توجهی خواهد داشت.

محاسبه مقدار عناصر در مواد غذایی به‌منظور ارزیابی مواد مغذی ضروری و سطوح قرار گرفتن در معرض عناصر سمی ضروری است [۴ و ۵]. اهمیت اندازه‌گیری این عناصر از آنجا ناشی می‌شود که این عناصر با غلظت‌های بسیار کم و حتی در حد ppb، می‌توانند برای انسان خطرآفرین باشند و پیامدهایی همچون انواع سرطان‌ها، زایش کودکان ناهنجار و همچنین مرگ در اثر آلوده شدن افرادی که در تماس بلند مدت با این عناصر هستند، توسط سازمان بهداشت جهانی گزارش شده‌است. از سویی دیگر، تولید جهانی ترکیبات دارای این عناصر، بسیار زیاد است و در اثر مصرف این ترکیبات در صنایع، کشاورزی و غیره، آلوده شدن محیط به این عناصر را به دنبال خواهد داشت. در چرخه‌ای که این عناصر در گیاهان، هوا و غیره می‌گذرانند، سبب به وجود آمدن آسیب‌های فراوانی برای سلامتی انسان‌ها خواهند شد.

چکیده

آلودگی خاک‌ها و محیط‌های آبی با فلزات سنگین مشکلی جدی و در حال گسترش است. ورود فلزات سنگین از طریق فعالیت‌های انسانی، باعث آلودگی بسیاری از خاک‌ها شده‌است. همچنین آلودگی برنج به فلزات سنگین و ورود آن به زنجیره غذایی می‌تواند اثرات مخربی بر سلامت انسان به همراه داشته باشد. گونه‌های آرسنیک به دلیل سمی بودن، نیاز به نظارت دقیق در مواد غذایی دارند. در این مقاله، به اهمیت اندازه‌گیری آرسنیک^۲ در برنج با روش طیف‌سنجی جذب اتمی تولید هیدرید انتخابی^۳ و همچنین به انواع مزاحمت‌ها و روش‌های برطرف کردن آنها پرداخته می‌شود. طیف‌سنج جذب اتمی باید مجهز به مشعل هوا - استیلن، دستگاه مولد بخار هیدرید، لوله جذب کوارتزی لامپ کاتدی تو خالی آرسنیک مناسب برای اندازه‌گیری در طول موج ۱۹۳/۷ نانومتر باشد.

واژه‌های کلیدی

آرسنیک، برنج، جذب اتمی.

□ آرسنیک در مواد غذایی

آرسنیک یک متالوئید بسیار سمی است. به‌طور معمول آرسنیک در طبیعت، به‌صورت آلی و معدنی یافت می‌شود. آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان^۴ بیان می‌کند که آرسنیک، اولین گروه از ترکیبات سرطان‌زا است [۶] و [۷]. راه‌های ورود آن به آب، به دلیل وجود معادن سنگ فلزات آهن و همچنین مصرف مواد ضد آفات نباتی و حشره‌کش‌های حاوی آرسنیک است. به دلیل آلوده شدن آب به این عنصر و همچنین آلوده شدن خاک مزارع در اثر موارد ذکر شده، گیاهانی که در این مزارع کشت می‌شوند و محصولات آنها نیز از این آلودگی بی‌بهره نخواهند بود [۸]. برنج یک غذای اصلی است که به‌طور معمول توسط مردم در سرتاسر جهان به ویژه در آسیا مصرف می‌شود. آندونزی کشوری است که پس از بنگلادش، دومین کشور مصرف کننده برنج در جهان است. همچنین برنج، منبع پروتئین در جوامع روستایی است [۹]. به‌طور کلی، برنج سفید نسبت به سایر انواع برنج مانند برنج قهوه‌ای و برنج سیاه بیشتر مصرف می‌شود [۱۰].

تحقیقات انجام شده توسط سازمان بهداشت جهانی^۵ گزارش داد که برنج، منبع اصلی قرار گرفتن در معرض آرسنیک برای انسان است [۱۱]. برنج، گیاهی بی‌هوازی است. در شرایط بی‌هوازی، آرسنیک موجود در خاک جذب و باعث می‌شود آرسنیک سطح آن در برنج حدود ۱۰ برابر بیشتر از سایر گیاهان باشد. زمانی که برنج در خاک آلوده به آرسنیک کاشته می‌شود، سطوح آرسنیک در دانه‌های برنج بیشتر افزایش می‌یابد، مانند زمانی که کشاورزان از آفت‌کش‌ها استفاده می‌کنند و آبیاری را با آبی انجام می‌دهند که حاوی آرسنیک بالایی است.

آرسنیک به ندرت به حالت آزاد وجود دارد. این ماده به‌طور معمول، جزئی از کانی‌های سولفیدریک به شکل آرسنیدها و آرسنات‌ها همراه با آرسنیک تریاکسید است. متوسط غلظت آرسنیک در پوسته زمین ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم است. آرسنیک غیر آلی در مقایسه با نوع آلی، پرتحرک‌تر است؛ بنابراین، به دلیل نشت به آب‌های سطحی و زیرزمینی، مشکلات بیشتری ایجاد می‌کنند. گونه سه ظرفیتی، سمی‌تر، محلول‌تر و پرتحرک‌تر از گونه پنج ظرفیتی است. در آب دریا که دارای محیطی هوازی است، گونه‌های پنج ظرفیتی به‌طور شاخص حضور دارد. در آب دریاچه‌ها و رودخانه نیز آرسنیک پنج ظرفیتی عموماً گونه حاکم است [۱۲].

از آنجایی که آرسنیک می‌تواند موجب سرطان در انسان شود، بنابراین، در کمیته خواربار و کشاورزی سازمان ملل متحد^۶ در مورد تعیین حداکثر حد^۷ برای محتوای آرسنیک معدنی^۸ در برنج بحث شد. در سال ۲۰۱۴، سازمان ایمنی مواد غذایی اروپا^۹، مطالعه‌ای در مورد مواد غذایی انجام داد که در آن، ۱۰۳۷۷۳ نمونه از کشورهای مختلف اتحادیه

اروپا^{۱۰} به‌منظور تخمین قرار گرفتن در معرض iAS از طریق مصرف غذا و همچنین تعیین بیشینه مقدار آستانه قانونی برای محتوای iAS در برنج و غذای مبتنی بر برنج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بنابراین، اندازه‌گیری این عناصر در نمونه‌های مواد خوراکی، محیطی یا کلینیکی بسیار با اهمیت است تا در صورت نیاز بتوانیم پیشگیری‌های لازم را برای کاهش یا برطرف کردن آلودگی و آسیب این عناصر انجام دهیم.

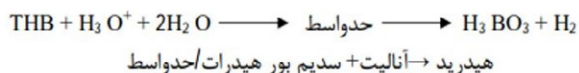
تجزیه و تحلیل شیمیایی As مستلزم جداسازی قبلی گونه As و به دنبال آن تشخیص As است. کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا^{۱۱} همراه با طیف‌سنج پلاسمای جفت شده القایی^{۱۲} بیشتر برای جداسازی ترکیبات در برنج استفاده شده‌است [۱۳ تا ۱۵]. طیف‌سنجی جرمی پلاسمای جفت شده القایی با کروماتوگرافی یونی نیز به این منظور مورد استفاده قرار گرفته است [۱۶]. آرسنیک معدنی در مقایسه با آرسنیک آلی^{۱۳} سمیت بیشتری دارد و در روش‌های غیر کروماتوگرافی، جداسازی آرسنیک معدنی نسبت به آرسنیک آلی ساده‌تر است. در این زمینه، طیف‌سنجی فلورسانس اتمی تولید هیدرید^{۱۴}، طیف‌سنجی جرمی پلاسمای جفت شده القایی تولید هیدرید^{۱۵} [۱۸ و ۱۹] و طیف‌سنجی جذب اتمی تولید هیدرید^{۱۶} [۲۰]، می‌توانند برای تعیین دقیق iAS (آرسنیک معدنی) استفاده شوند. همچنین برای اندازه‌گیری عناصر با غلظت در این حد پایین، می‌توان از جذب اتمی کوره گرافیتی نیز استفاده کرد، اما این روش با وجود مزیت‌های فراوانی که دارد، به نسبت گران و وقت‌گیر است [۲۱]. اما در این بین، روش تولید هیدرید توانسته است حساسیت به نسبت خوبی را در اندازه‌گیری این عناصر، با بهره‌مندی از ویژگی بالقوه‌ای که این عناصر در تولید هیدریدهای کووالانسی فرار دارند، نشان دهد.

هولاک^{۱۷} اولین بار As را با تبدیل به هیدرید آن (AsH₃) اندازه‌گیری کرد. او در این آزمایش، (AsH₃) را در نیتروژن مایع جمع کرد و سپس با گرم کردن ظرف محتوی آن، هیدرید فرار As را به کمک گاز حامل N₂ به داخل شعله فرستاد. او با انجام این کار توانست تداخل مزاحمت بافت نمونه را تا حد زیادی کاهش دهد [۲۲ و ۲۳].

تولید هیدرید شامل تبدیل آنالیت به ترکیبات فرار از طریق واکنش با یک عامل کاهنده به‌طور معمول بوروهیدرید سدیم^{۱۸} در محیط اسیدی، اسید هیدروکلریک^{۱۹} است. پاسخ‌های متفاوتی با توجه به عملکرد تولید هیدرید به‌عنوان تابعی از غلظت (NaBH₄) و (HCl) به‌دست آمده است. در محیط کاهنده و در میان اسید قوی هیدروکلریک اسید، iAS به‌طور مؤثر به As (III) کاهش می‌یابد که به دنبال آن آرسین^{۲۰} تولید می‌شود. در چنین شرایطی، تولید هیدریدهای دی‌متیل آرسنیک^{۲۱} به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد.

می‌کنند که هیدرید، از واکنش آنالیت با برخی از حد واسط‌های هیدروبوران بوجود می‌آید که این واکنش‌ها به‌صورت زیر است:

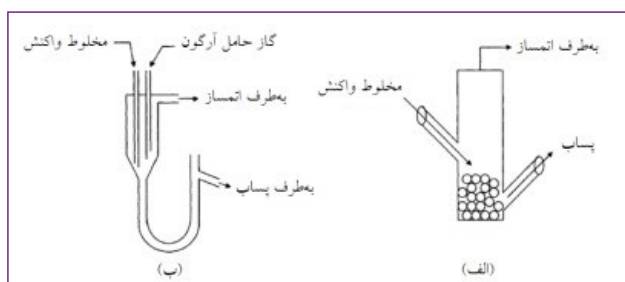
واکنش (۴)



هیدریدها را می‌توان از طریق روش الکتروشیمیایی تولید هیدرید^{۲۶} نیز تولید کرد. در این روش، هیدرید در کاتد و در یک سل الکترولیت تولید می‌شود و این فرآیند در دو مرحله به‌صورت پی‌درپی و به شکل زیر اتفاق می‌افتد:



در واکنش (۶)، (H) اتم هیدروژن است که از جذب سطحی H₂O یا کاهش H₃O⁺ و یا از کاهش H₂O تولید می‌شود. قبل از ورود با استفاده از آشکارسازی، هیدریدها باید از محلول نمونه جدا شوند. در سیستم پیمان‌های، با دمش گاز حامل و یا هم‌زدن مخلوط در ظرف واکنش، هیدریدهای گازی از فاز مایع جدا می‌شوند. در سیستم جریان پیوسته، یک جدا کننده فاز، مانند جدا کننده گاز - مایع (شکل (۱))، یا جدا کننده غشایی، استفاده می‌شود. جریان گاز ورودی مقدار قابل ملاحظه‌ای بخار آب نیز دارد، که می‌تواند در دیواره‌های لوله متراکم شده و عملکرد سیستم تولید هیدرید را مختل کند. لذا، حذف رطوبت به‌طور معمول، ضروری است. آب را می‌توان با استفاده از عوامل خشک کننده مختلف، به‌عنوان مثال، اسید سولفوریک غلیظ و لوله‌های خشک کننده پر شده با پرکلرات منیزیم بدون آب یا کلرید کلسیم بدون آب، حذف کرد؛ اما باید توجه نمود که هیدریدهای ناپایدار، درون لوله خشک کننده تخریب نشوند.



شکل (۱): دو نوع جداکننده گاز - مایع مختلف مورد استفاده در روش تولید هیدرید. نوع (الف): مخلوط واکنش و گاز حامل از پیش با یکدیگر مخلوط می‌شوند. در نوع (ب): مخلوط واکنش و گاز حامل هر یک به‌طور جداگانه وارد می‌شوند [۲۶].

طیف‌سنجی جذب اتمی بخار هیدرید

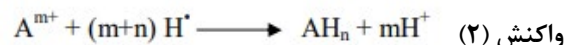
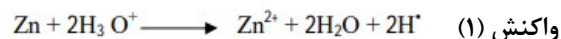
ترکیب سیستم تولیدکننده هیدرید^{۲۲} با دستگاه جذب اتمی^{۲۳} روشی حساس برای اندازه‌گیری آثار (ppb) عنصرهایی چون آرسنیک، بیسموت، ژرمانیوم، سرب، آنتیموان، قلع و تلوریوم است. اندازه‌گیری عناصر ذکر شده با استفاده از طیف‌سنجی جذب اتمی بخار هیدرید را می‌توان شامل چهار مرحله دانست:

۱. تولید هیدرید؛
۲. جمع‌آوری هیدریدها؛
۳. انتقال هیدریدها به اتمی‌کننده؛
۴. متلاشی شدن هیدریدها به حالت گازی و اتمی شدن آنها در اتمی‌کننده و در نهایت، اندازه‌گیری.

عنصرهایی که تشکیل هیدرید داده و به‌طور معمول با طیف‌سنجی جذب اتمی بخار هیدرید تعیین می‌شوند عبارتند از: تلوریوم، ایندیوم، سلنیوم، آنتیموان، سرب، ژرمانیوم، بیسموت، آرسنیک، قلع و کادمیوم که این عناصر می‌توانند بعد از واکنش با سدیم بور هیدرات، تولید هیدریدهای فرار کنند. بیشتر هیدریدهای فرار پایدار نیستند و پایدار کردن آنها نیز کاری بسیار دشوار است. فوجیتا^{۲۴} و تاکادا^{۲۵} پایداری آرسنیک، بیسموت و آنتیموان را مطالعه کردند و دریافتند، اگرچه هیدریدهای آرسنیک و آنتیموان به نسبت پایدار هستند اما بیسموت در دمای اتاق هم پایدار نیست [۲۴ و ۲۵].

تولید هیدریدهای فرار

برای تبدیل عناصر به هیدریدهای آنها، عوامل کاهش دهنده و منابع متفاوتی از هیدروژن نوزاد از جمله: کلرید قلع/هیدروکلریک اسید پتاسیم، دیدید، روی/هیدروکلریک اسید، سدیم بورهیدرید و منیزیم/هیدروکلریک اسید - تیتانیوم کلراید پیشنهاد شده‌است؛ واکنشی که از ترکیب اسید/فلز هیدرید تولید می‌شود در ذیل آمده است:



که در واکنش (۲)، Am^+ آنالیت است.

سدیم بورهیدرید ترکیبی با استعداد ویژه است که به‌طور گسترده برای تولید هیدریدها به کار می‌رود و فرض شده‌است که تولید هیدروژن نوزاد از هیدرولیز اسیدی سدیم بور هیدرات صورت می‌گیرد؛ با این فرض، تولید هیدریدها به‌صورت زیر است:



نظریه‌های حامی نظریه مخالف هیدروژن نوزاد بیان

تشکیل هیدرید کاهش پیدا کند یا اینکه هیدریدهای تشکیل شده در اثر عواملی دیرتر از مدت زمانی که برای اندازه‌گیری در نظر گرفته شده، به داخل اتم‌ساز وارد شوند که در پایان، غلظتی از آنالیت که اندازه‌گیری می‌شود، مقدار واقعی آن نبوده و دقت و صحت آزمایش مورد تردید خواهد بود. یکی دیگر از عواملی که تصور می‌شود می‌تواند باعث خطاهای سینتیکی و یا دیرتر رسیدن هیدرید آنالیت‌ها به اتم‌ساز شود، هضم نامناسب نمونه است، چرا که اگر نمونه به‌طور کامل هضم نشود، جدا شدن هیدرید از بافت نمونه با تاخیر صورت خواهد گرفت، سوالی که مطرح می‌شود این است که از چه راهی پی برده می‌شود، نمونه به‌طور کامل هضم نشده‌است؟ از جمله نشانه‌هایی که هضم نامناسب نمونه را نمایان می‌کند این است که وقتی نمونه با ترکیب HCl و NaBH_4 به داخل جداکننده گاز از مایع وارد می‌شود، در آنجا کف غلیظی را ایجاد می‌کنند و نتایجی هم که در اثر اندازه‌گیری آنالیت در این نمونه‌ها به دست می‌آید، نتایجی دور از انتظار هستند.

نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری آرسنیک به‌عنوان فلزی سمی در برنج، از اهمیت بالایی برخوردار است و مقادیر آرسنیک در برنج‌های مختلف به عوامل متعددی چون وضعیت جغرافیایی منطقه کشت، ویژگی خاک، وضعیت صنعتی منطقه و غیره بستگی دارد. دستگاه جذب اتمی تولید هیدرید، روش مناسبی برای اندازه‌گیری آرسنیک در برنج است. مزیت اصلی اسپکترومتری جذب اتمی غیر شعله‌ای، حساسیت بالای آن بوده که قادر است نمونه‌های بسیار کم در حد میکرولیتر را بررسی کند. همچنین در این روش، شکستن پیوندهای موجود در ساختار، به مراتب راحت‌تر از ساختارهای غیرهیدریدی است؛ بنابراین، به شکل‌های مختلف به‌عنوان مثال، ایجاد هیدریدهای فرار این عناصر با استفاده از یک سیستم برطرف می‌شود. در این روش، به‌طور معمول به عملیات قبلی روی نمونه که باعث خطای تجزیه‌ای می‌شود نیازی نیست؛ از این رو، برای تجزیه‌های بالینی مفید است.

■ برطرف کردن مزاحمت‌ها

■ برطرف کردن عوامل ایجاد کننده مزاحمت‌های طیفی

به‌طور معمول، مزاحمت‌های طیفی در اثر حضور مولکول‌های ناشی از نمونه و همچنین در اثر حضور مولکول‌های موجود در شعله، که ناشی از سوخت هستند، ایجاد می‌شوند. برای تصحیح این مزاحمت‌ها، از روش‌های خاصی مانند تصحیح زمینه زیمنان، استفاده از لامپ D2 و غیره استفاده می‌شود. در اینجا سوالی مطرح می‌شود که آیا در دستگاه اندازه‌گیری طیف‌سنجی جذب اتمی تولید هیدرید جریان پیوسته^{۲۷}، انجام تصحیح زمینه برای رفع مزاحمت‌های طیفی ضروریست یا خیر؟

بی‌گمان، بکارگیری این روش‌ها در این روش اندازه‌گیری غیرضروری است چرا که از ویژگی‌های دستگاه CF-HG-AAS این است که در این دستگاه، دیگر از حضور مولکول‌های مزاحم که طول موج جذبی خیلی از آنها هم کمتر از ۲۰۰ نانومتر است و این طول موج جذبی نزدیک طول موج‌های جذبی عناصر تشکیل دهنده هیدرید است، خبری نیست. این بدان علت است که مولکول‌های مزاحم نمی‌توانند وارد محیط اندازه‌گیری یا اتم‌ساز شوند، چرا که در این دستگاه، اولاً اتم‌سازی‌ها در داخل سل کوارتز انجام می‌شوند و از محیط شعله مجزا است و گازهای شعله نمی‌توانند وارد اتم‌ساز شوند و دیگر اینکه چون هیدرید آنالیت‌ها با استفاده از دستگاه HG-CF از بافت جدا می‌شوند و سپس به داخل اتم‌ساز فرستاده می‌شوند، لذا حضور مولکول‌های مزاحم موجود در ماتریکس نمونه در داخل محیط اتم‌سازی و اندازه‌گیری قابل تصور نیست. لذا در تمام اندازه‌گیری‌ها، لامپ دوتریم که با هدف تصحیح مزاحمت مولکول‌های مزاحم در داخل AAS قرار داده شده‌است، غیرفعال شد. چرا که با توجه به توضیحات بالا، روشن بودن آن غیرضروری است.

■ برطرف کردن عوامل ایجاد کننده مزاحمت‌های شیمیایی

در اندازه‌گیری آرسنیک در حد μppb ، مزاحمت‌های یون‌های واسطه می‌توانند به‌عنوان یک مزاحمت نه چندان جدی مطرح شوند. مزاحمت یون‌های واسطه، اگر جدی شود، می‌تواند باعث ایجاد خطاهای مثبت شود. از جمله یون‌هایی که گمان می‌رود این مزاحمت‌ها را به وجود آورند، عبارتند از: کادمیوم، آهن، کبالت و نقره، که برای رفع مزاحمت آنها از محلول پتاسیم یدید استفاده می‌شود.

■ برطرف کردن عوامل ایجاد کننده مزاحمت‌های سینتیکی

مزاحمت‌های سینتیکی در دستگاه CF-HG-AAS در اثر تغییرات سرعت‌های تشکیل یا آزاد شدن هیدرید از محلول بوجود می‌آیند؛ یعنی عواملی که باعث می‌شوند تا سرعت

بی‌نوشت


۱. کارشناسی ارشد شیمی تجزیه، آزمایشگاه پارسیان بهینه پایش
2. Arsenic (As)
3. Hydride generation atomic absorption spectroscopy (HGAAS)
4. International Agency for Research on Cancer (IARC)
5. World Health Organization (WHO)
6. Food and Agriculture Organization (FAO/CODEX)
7. Maximum Limit
8. Inorganic Arsenic (iAs)
9. European Food Safety Authority (EFSA)
10. European Union (EU)
11. High-performance liquid chromatography (HPLC)
12. Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)
13. Organic Arsenic (oAs)
14. Hydride generation atomic fluorescence spectrometry (HG-AFS)
15. Hydride generation Inductively coupled plasma mass spectrometry (HG-ICP-MS)
16. Hydride generation atomic absorption spectroscopy (HG-AAS)
17. Hoolak
18. Sodium borohydride (NaBH₄)
19. Hydrochloric Acid (HCl)
20. ARSINE (AsH₃)
21. Dimethyl arsenic acid (DMA)
22. Hydride generation (HG)
23. Atomic absorption spectroscopy (AAS)
24. Fujeeta
25. Takada
26. Electrochemical hydride generation (EchHG)
27. Continuous flow hydride generation atomic absorption spectrometry (CF-HG-AAS)

مراجع

- [1] M. Malakootian, K. Yaghmaeian, M. Meserghani, A. Mahvi. Determination of Pb, Cd, Cr and Ni concentration in imported Indian rice to Iran. *IJHE*. (2011);4(1):77-84.
- [2] M. Shokrzadeh, F. Fathalinezhad, E. Khoshvishkaie. Concentrations of Heavy Metals (Cr, Cd, Pb) in Three Types of Rice in AštanehAshrafieh, Iran. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. (2017);26(146):196-200.
- [3] R. Hedayatifar, E. Falahi, M. Birjandi. Determination of cadmium and lead levels in high consumed rice (*Oryza Sativa L.*) cultivated in Lorestan province and its comparison with national standards. *yafte*. (2011); 12 (4):15-22.
- [4] G.-X. Sun, P. N. Williams, Y.- G. Zhu, C. Deacon, A.-M. Carey, A. Raab, J. Feldmann, A. A. Meharg, Survey of arsenic and its speciation in rice products such as breakfast cereals, rice crackers and Japanese rice condiments, *Environ. Int.* 35 (2009) 35 – 473. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2008.07.020>.
- [5] WHO (World Health Organization). *Health topics*. <http://www.who.int/topics/arsenic/en/>. Accessed on October 31, 2016.
- [6] Ismunandar 2007 *Popular Chemistry: From the Case of Mercury to the Sun's energy* ITB Bandung.
- [7] Sambel D T 2015 *Environmental Toxicology CV Andi Offset* Yogyakarta 1: 13-115.
- [8] Magos L Tin. In: Friberg L, Nordberg GF, Vouk V, eds. *Handbook on the toxicology of metals*, 2nd ed. Amsterdam, Elsevier Science Publishers, (1986).
- [9] WHO 2011 *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives Evaluation of Certain Contaminants in Food*: 51-52.

- [10] Maekawa M 1998 Recent Information on Anthocyanin Pigmentation Rice Genetics The Journal of Agriculture 32 (13): 25-26.
- [11] WHO 2011 Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives Evaluation of Certain Contaminants in Food: 51-52.
- [12] S. McSheehy, J. Szpunar, R. Morabito, P. Quevauviller, The speciation of arsenic in biological tissues and the certification of reference materials for quality control. Trends in Analytical Chemistry, Vol. 22, (2003).
- [13] S. Munera-Picazo, F. Burló, Á. A. Carbonell-Barrachina, Arsenic speciation in rice-based food for adults with celiac disease. Food Addit. Contam. Part A 31 (2014) 1358–1356. <http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2014.933491>.
- [14] A. A Meharg, G. Sun, P. N. Williams, E. Adomako, C. Deacon, Y.- G. Zhu, J. Feldmann, A. Raab, Inorganic arsenic levels in baby rice are of concern, Environ. Pollut. 152 (2008) 746–749. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2008.01.043>.
- [15] J. M. de Oliveira Souza, E. Silva De Paula, A. da Cunha Martins Jr., A. C. Cavalheiro Paulelli, F. Barbosa Jr., B. Lemos Batišta. Arsenic speciation in Brazilian rice grains organically and traditionally cultivated: Is there any difference in arsenic content? Food Res. Int. 89 (2016) 169-176.
- [16] T. Llorente-Mirandes, J. Calderón, F. Centrich, R. Rubio, J. López-Sánchez, A need for determination of arsenic species at low levels in cereal-based food and infant cereals. Validation of a method by IC-ICPMS, Food Chem. 147 (2014) 377 – 385. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.138>
- [17] B. Chen, W. T. Corns, P. B. Stockwell, J.- H. Huang, Accurate fast screening for total and inorganic arsenic in rice grains using hydride generation atomic fluorescence spectrometry (HGAFS), Anal. Meth. 6 (2014) 7554–7558. DOI: 10.1039/C4AY00858.
- [18] S. Musil, Á. H. Pétursdóttir, A. Raab, H. Gunnlaugsdóttir, E. Krupp, J. Feldmann, Speciation without chromatography using selective hydride generation: Inorganic arsenic in rice and samples of marine origin, Anal. Chem. 86 (2014) 993-999. DOI: 10.1021/ac403438c.
- [19] A. H. Petursdottir, N. Friedrich, S. Musil, A. Raab, H. Gunnlaugsdottir, E. Krupp, J. Feldmann, Hydride generation ICP-MS as a simple method for determination of inorganic arsenic in rice for routine bio-monitoring, Anal. Meth. 6 (2014) 5392– 5396. DOI: 10.1039/C4AY00423J.
- [20] C. Cerveira, D. Pozebon, D. P. Moraes, J. C. Silva de Fraga, Speciation of inorganic arsenic in rice using hydride generation atomic absorption spectrometry (HGAAS), Anal. Meth. 7 (2015) 4528– 4534. DOI: 10.1039/c5ay00563a.
- [21] Lauri H.J.LAJUNEN, Spectrochemical analysis by atomic absorption and emission.
- [22] Oktay Cankur, On-Line Preconcentration Of Vapor Forming Elements On Resistively Heated W-Coil Prior To Their Determination By Atomic Absorption spectrometry (2004) .
- [23] A.Ramesh Kumar and P.Riyazuddin, Mechanism of Volatile Hydride Formation and Their Atomization in Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometry,analyticalsciences VOL21, (2005).
- [24] Oktay Cankur, On-Line Preconcentration Of Vapor Forming Elements On Resistively Heated W-Coil Prior To Their Determination By Atomic Absorption spectrometry (2004).
- [25] A.Ramesh Kumar and P.Riyazuddin, Mechanism of Volatile Hydride Formation and Their Atomization in Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometry,analyticalsciences VOL21, (2005).
- [26] <https://www.maadazma.com/>

Authors

Maryam Moallemi Bahmani^{1*}***Maryam.moallemi.m@gmail.com**1. Masters in analytical chemistry,
Parsian Behine Payesh Labrotory

Arsenic determination in rice by hydride generation atomic absorption method

Abstract

Contamination of soils and water environments with heavy metals is a serious and expanding problem. The entry of heavy metals through human activities has caused the pollution of many soils. Also, contamination of rice with heavy metals and its entry into the food chain can have harmful effects on human health. Arsenic species need to be carefully monitored in food due to their toxicity. In this article, the importance of measuring arsenic in rice by selective hydride production atomic absorption spectrometry, as well as the types of nuisances and methods to solve them, are discussed. The atomic absorption spectrometer must be equipped with an air-acetylene torch, a hydride vapor generator, a quartz absorption tube, an arsenic hollow cathode lamp, suitable for measuring at a wavelength of 193.7 nm.

Keywords

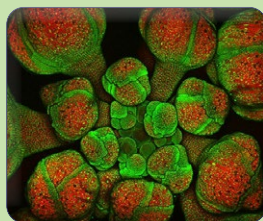
Arsenic, Rice, Atomic Absorption.



Time-of-Flight Mass Spectrometry



Arsenic determination in rice by hydride generation atomic absorption method



Laser Scanning Confocal Microscopy (Part 1)



Investigating determination of aromatic, olefinic and unsaturated components in different kinds of fuel by gas chromatography with capillary 100m column and high resolution



The Role of the Laboratory in the Quality Control of Seamless Gas Cylinders. (Part 2)



An Overview of Grease Water Resistance