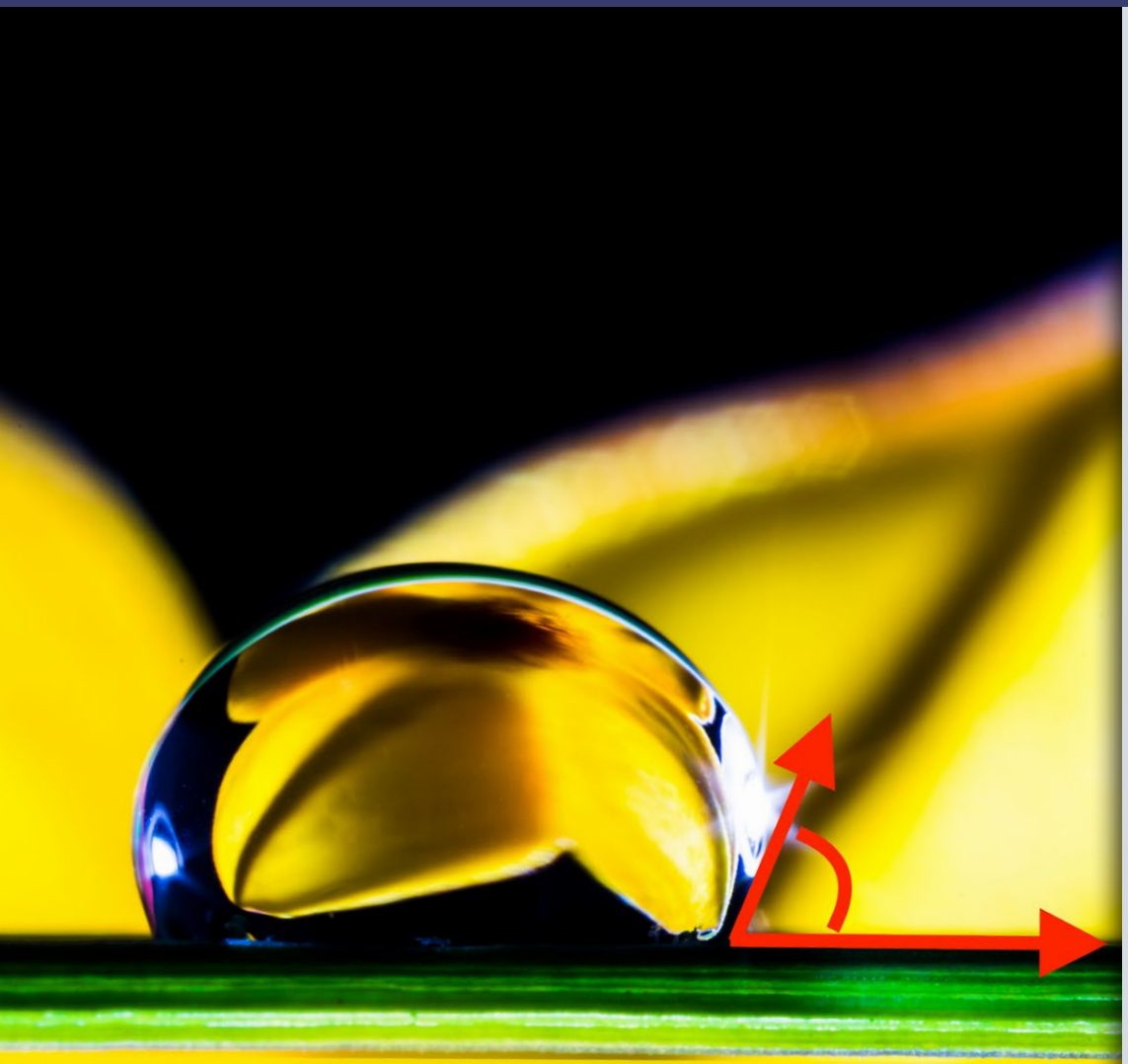
شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

فصلنامه تخصصی

دانش آزمایشگاهی ایران

ISSN 2538-3450

سال هشتم ■ شماره ٤ ■ زمستان ۱۳۹۹ ■ شماره پیاپی ۳۲



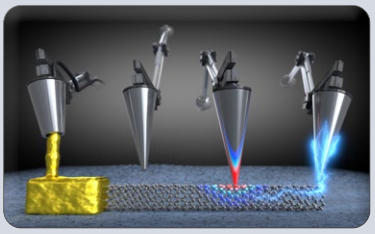
مروری بر روش‌های اندازه‌گیری زاویه تماس مایعات

مجالی برای ارتقای دانش و تخصص مدیران و کارشناسان آزمایشگاه‌ها

در سال ۱۳۹۹ ده عنوان استاندارد ملی به همت اعضای شبکه آزمایشگاهی تدوین شد

مقایسات بین آزمایشگاهی، آزمون مهارت، چرا و چگونه؟

روش آزمون غربالگری با توان بالا چیست؟ (بخش اول:معرفی، ساز و کار، کاربرد)



استفاده از میکروسکوپ پروبی روبشی در ساخت ترانزیستورهای تک الکترونی

ارزیابی عملکرد دستگاه اسپکتروفتومتر در اندازه‌گیری میزان نیتریت و نیترات در میوه‌ها و سبزیجات به طریق بیناب‌سنجی مولکولی

مقایسه کیفیت روش‌های آرایه فازی و تمرکز کامل، در ارزیابی عیوب داخلی قطعات فلزی

www.IJLK.ir
info@ijlk.ir

فصلنامه تخصصی دانش آزمایشگاهی ایران سال هشتم ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۹ ■ شماره پیاپی ۳۲

نویسندگان

الهه اباذری[1*]

*elaheabazari95@gmail.com

کاربرد دستگاه اسپکتروفتومتر در اندازه‌گیری میزان نیتریت و نیترات در میوه‌ها و سبزیجات و فرآورده‌های آنها به طریق بیناب‌سنجی مولکولی

چکیده

با توجه به اینکه سبزیجات و صیفی‌جات قابلیت جذب مقادیر زیادی از نیتریت و نیترات را دارا هستند، لذا مصرف این قبیل محصولات توسط انسان موجب به خطر افتادن سلامتی می‌شود. هدف از این مطالعه، ارائه روشی موثر برای اندازه‌گیری مقدار نیترات و نیتریت در سبزیجات و فرآورده‌های آن بر حسب ppm با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر است. در این روش با حذف مزاحمت‌ها به روش ترسیب شیمیایی و استفاده از معرف‌های توسعه رنگ و ایجاد کمپلکس رنگی در عصاره صاف شده و در نهایت خوانش مقدار جذب کمپلکس رنگی ایجاد شده توسط دستگاه، میزان نیترات و نیتریت برحسب ppm به‌دست می‌آید. این مقاله صرفا ارائه روش آزمونی است که صحت عملکرد آن در آزمایشگاه‌های آزمون مورد تایید قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی

اسپکتروفوتومتر، اندازه‌گیری نیتریت، اندازه‌گیری نیترات، بیناب‌سنجی مولکولی.

مقدمه

نیتروژن برای رشد و تولیدمثل گیاهان و جانوران ضروری و یکی از اجزاء اصلی و اساسی تشکیل دهنده پروتئین‌ها است. نیترات به‌طور عمده از طریق آب آشامیدنی، سبزی‌ها و سایر مواد غذایی وارد بدن می‌شود ولی به مقدار کمی نیز در داخل بدن تولید می‌شود.

با وجود اینکه نیترات برای انسان سمی نیست ولی در شرایط بخصوص، به ترکیبات سمی نیتریت و سایر ترکیبات N- نیتروز تبدیل می‌شود. مواد حاصل از متابولیسم نیترات شامل نیتریت، اکسید نیتریک و نیتروز آمین است. در انسان نیترات به سرعت از معده و ابتدای روده کوچک جذب شده و حداقل ۲۵ درصد آن به بزاق منتقل می‌شود، طوری که غلظت آن در بزاق ۱۰برابر پلاسما است. حدود ۸۰ درصد از نیتراتی که وارد بدن می‌شود از طریق سبزی‌ها و میوه‌ها است. برخی از سبزی‌ها مقدار زیادی نیترات در اندام‌های خود ذخیره می‌کنند[۵].

غلظت نیترات در سبزی‌ها بستگی به فصل، شدت نور، دما، شرایط رشد، مقدار کوددهی و شرایط انبارداری دارد. در گیاهان مختلف نیترات در اندام‌های متفاوتی ذخیره می‌شود. عواملی از قبیل میزان تامین نیترات،گونه گیاهی و سن گیاه نیز در این راستا تاثیرگذار هستند. با افزایش درجه حرارت محیط، نسبت احیا نیترات در ریشه افزایش می‌یابد.

با افزایش سن گیاه، میزان تجمع نیترات در گیاه افزایش می‌یابد ولی کوددهی زیاد در هر مرحله باعث افزایش غلظت نیترات گیاه می‌شود.

دخالت انسان در چرخه نیتروژن طبیعت باعث شده که به تدریج بر میزان تجمع این ماده در محیط‌زیست افزوده شود. طبق تحقیقات انجام شده، مقدار نیترات موجود در خاک (که ممکن است مربوط به مقدار کودهای تجاری بکار برده شده باشد) از عوامل عمده تعیین میزان تجمع نیترات در سبزیجات و صیفی‌جات است. سبزیجات تازه بخصوص سبزیجات برگدار و صیفی‌جات به دلیل قابلیت تجمع‌پذیری نیترات، منابع عمده دریافت نیترات در رژیم غذایی هستند. مقدار نیتریت در مواد ذکر شده در مقایسه با نیترات به‌طور معمول خیلی کمتر است.

بعضی از گیاهان مانند اسفناج، بزرگترین پاسخ به کودهای نیتروژنی داشته و می‌توانند مقادیر زیادی نیترات را به علت عواملی مانند روش کشت و زمان برداشت در خود ذخیره نمایند. بیشترین مقدار نیتراتی که روزانه باید به بدن وارد شود، ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. بر این اساس، یک فرد با متوسط وزن ۷۰ کیلوگرم، روزانه نباید بیش از ۵ میلی‌گرم نیترات را دریافت نماید. بنابراین، باید تلاش نمود غلظت نیترات به‌خصوص برای افرادی که در رژیم غذایی آنها سبزیجات زیادی مصرف می‌شود به حداقل مقدار ممکن کاهش داده شود.

با توجه به خطرات احتمالی وجود نیترات و نیتریت در مواد غذایی روی سلامت انسان و نظر به اینکه در مراحل مختلف کاشت و داشت از کودهای تجاری برای باروری سبزیجات استفاده می‌شود، لذا تعیین میزان وجود نیتریت و نیترات در در سبزیجات و میوه‌ها حائز اهمیت است. هدف از این مقاله، تشریح روش اندازه‌گیری نیتریت و نیترات به طریق اسپکتروفوتومتر جذبی مولکولی در مواد غذایی براساس استاندارد بین‌المللی ISO 6635 و استاندارد ملی ایران ISIRI 4106 است [۱و۲].

طیف‌سنجی جذب مولکولی فرابنفش/مرئی (UV-Vis)

روش‌های جذبی فرابنفش/مرئی مولکولی بیشترین کاربرد را در بین تمام فنون تجزیه کمی در آزمایشگاه‌های شیمیایی و بالینی داشته و کاربرد گسترده‌ای برای شناسایی و تعیین تعداد زیادی از گونه‌های معدنی و آلی را دارا هستند.

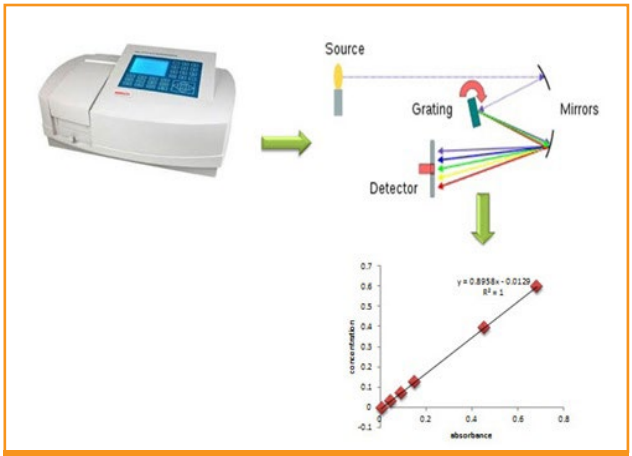
جذب تابش فرابنفش یا مرئی با یک گونه اتمی یا مولکولی را می‌توان به‌صورت یک فرایند دو مرحله‌ای در نظر گرفت که اولین مرحله شامل برانگیختگی الکترونی و مرحله دوم یکی از چند فرایند آسایش است. جذب تابش فرابنفش یا مرئی به‌طور معمول از برانگیختن الکترون‌های پیوندی حاصل می‌شود. در نتیجه، طول موج پیک‌های جذب را می‌توان با انواع پیوندهایی که در گونه مورد مطالعه وجود دارند، ارتباط داد. بنابراین، طیف‌بینی جذب مولکولی برای شناسایی گروه‌های عاملی در مولکول ارزشمند است. ولی مهمتر از همه، کاربرد طیف‌بینی جذب فرابنفش و مرئی در تعیین کمی ترکیبات حاوی گروه‌های جاذب است.

به‌طور کلی میزان نور جذب شده در یک ماده در حالت مایع بستگی مستقیم با غلظت آن ماده در مایع دارد. در صورتی که نمونه آنالیز جامد باشد، ابتدا باید در یک حلال شفاف

حل شود تا قابل اندازه‌گیری باشد. حلال نمونه (معروف به شاهد) به‌طور معمولاً بدون جذب در نظر گرفته می‌شود و یا در عمل جذب جزئی آن از جذب کلی (نمونه همراه با حلال) کم می‌شود. نمونه به همراه حلال معمولاً در یک ظرف شفاف شیشه‌ای و یا در یک ظرف از جنس کوارتز به نام سل[۲] و یا کووت ریخته شده و در مقابل نور عبوری دستگاه اسپکتروفتومتر قرار می‌گیرد. بهترین سل‌ها پنجره‌هایی دارند که برای به حداقل رساندن اتلاف‌های بازتابشی کاملا عمود بر جهت باریکه‌اند. متداول‌ترین طول سلول برای مطالعات در نواحی فرابنفش و مرئی یک سانتی‌متر است.

در دستگاه اسپکتروفتومتر یا طیف‌سنج از لامپ تنگستن برای تولید نور مرئی و از لامپ دوتریم برای تولید نور ماوراء بنفش یا UV استفاده می‌شود. بازه طول موجی قابل اندازه‌گیری به‌صورت معمول در این دستگاه از ۱۱۰۰ نانومتر تا ۱۹۰ نانومتر است. برای اندازه‌گیری نواحی خارج این بازه معمولاً از دستگاه‌های مجهزتری استفاده می‌شود. با توجه به اینکه مولکول خاص ممکن است در ناحیه کاملاً مشخصی از بازه طول موجی، نور را جذب نماید، لذا نور تولید شده باید به طول موج‌های تشکیل دهنده تفکیک شده و قابل تنظیم در ناحیه مشخصی باشد. به‌منظور تکفام نمودن نور در دستگاه اسپکتروفتومتر از منشور یا آینه گریتینگ[۳] استفاده می‌شود (شکل (۱)) [۷].

بعد از عبور نور از داخل محلول نمونه نور باقیمانده داخل یک آشکارساز[۴] از نوع فوتومولتی‌پلایر[۵] و یا فوتودیود[۶] شده و پس از پردازش کامپیوتری بصورت یک عدد از صد با عنوان درصد عبور نور و یا لگاریتم آن با عنوان عدد جذب نور در نمایشگر ظاهر می‌شود. اسپکتروفتومترها می‌توانند خروجی خود را به‌صورت‌های مختلف نمایش دهند، اما متداول‌تر است که آن را به کامپیوتر وصل کرده و برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار استفاده کنند و آن را به‌صورت کاربردی مانند نموداری از مقدار عبور یا مقدار جذب برحسب طول موج نمایش می‌دهند (شکل (۱)) [۷].



شکل (۱): دستگاه اسپکتروفتومتر [۷].

طیف‌بینی براساس اندازه‌گیری عبور T یا جذب A محلول‌های موجود در سلول‌های شفاف با طول مسیر b که با قانون بیر تعریف شده‌اند، استوار است. معادله بیر در رابطه (۱) نشان داده شده‌است:

رابطه (۱)

$$A = -logT = log P^{\circ}/P = \varepsilon bc$$

این رابطه به این صورت تشریح می‌شود که باریکه‌ای از تابش تکفام موازی با توان P، به‌طور عمودی به سطح سلول برخورد می‌کند، بعد از عبور از درون طول b ماده که حاوی n ذره جاذب (اتم، یون یا مولکول) است، در نتیجه جذب، توان تابش به P کاهش می‌یابد. در این رابطه c غلظت آنالیت و ε ضریب جذب است. قانون بیر تنها در تشریح رفتار جذبی محلول‌های رقیق موفق است [۳].

روش کار

آماده‌سازی محلول‌ها

■ محلول اشباع شده تترا بورات دی سدیم: با انحلال تترابورات ۱۰ آبه در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب ولرم تهیه شود.

■ محلول هگزاسیانو فرات پتاسیم دو ظرفیتی سه آبه: ۱۰۶ گرم محلول هگزاسیانو فرات پتاسیم دو ظرفیتی سه آبه به یک بالن ژوژه ۱۰۰۰ میلی‌لیتری بریزید و با آب به حجم برسانید.

■ محلول استات روی: ۲۲۰ گرم استات روی دو آبه را در مخلوطی از آب و ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال در یک بالن ژوژه ۱۰۰۰ میلی‌لیتری حل کرده و با آب به حجم برسانید.

■ محلول سولفانیل آمید: ۰/۴گرم سولفانیل آمید را با ۱۶۰ میلی‌لیتر آب در یک بالن ژوژه ۲۰۰ میلی‌لیتری به کمک حرارت در حمام آب جوش حل کرده و سپس سرد کنید و درصورت لزوم محلول را صاف کنید و ضمن بهم زدن، ۲۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک با چگالی ۱/۱۹ گرم در میلی‌لیتر به آن بیفزایید و با آب به حجم برسانید و به خوبی بهم بزنید.

■ محلول ۰/۱ درصد N-۱ نفتیل اتیلن دی آمین دی هیدروکلرید: ۰/۱ گرم N-۱ نفتیل اتیلن دی آمین دی هیدرو کلرید را در یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری بریزید و با آب حل کنید و سپس به حجم برسانید و به خوبی بهم بزنید.

■ محلول اسید کلریدریک: در یک بالن نشانه‌دار ۱۰۰۰

فصلنامه تخصصی
دانش آزمایشگاهی ایران
سال هشتم ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۹ ■ شماره پیاپی ۳۲

میلی‌لیتری ۴۴۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۳۷ درصد بریزید و با آب به حجم برسانید و به خوبی بهم بزنید.

■ محلول بافر آمونیاکی با pH=۹/۶ : در یک بالن ژوژه ۱۰۰۰ میلی‌لیتری، ۳۷/۴ گرم کلرید آمونیوم را در ۹۰۰ میلی‌لیتر آب حل کرده و pH آن را با محلول آمونیاک غلیظ با چگالی ۰/۸۸ گرم در میلی‌لیتر، در دمای ۲۰ درجه سلسیوس در ۹/۶ تنظیم کنید و با آب به حجم برسانید.

■ محلول استاندارد نیتریت (۱۰µg/mL): ۳ گرم نمک نیتریت سدیم را که قبلا در آون با دمای ۵ ± ۱۱۵ درجه سلسیوس خشک و به وزن ثابت رسیده است با تقریب ۱ میلی‌گرم وزن کنید و در ۵۰ میلی‌لیتر آب حل کنید و با شستشوی مکرر با آب، به یک بالن ژوژه ۱۰۰۰ میلی‌لیتری منتقل کنید، به حجم رسانده و بهم بزنید (غلظت محلول در این مرحله ۲۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر برحسب NO_2^- است). با یک پی‌پت، ۵ میلی‌لیتر از این مایع را به داخل یک بالن ژوژه ۱۰۰۰ میلی‌لیتری منتقل کنید و با آب به حجم برسانید.

اندازه‌گیری نیتریت

استخراج آزمونه با آب داغ، ته‌نشین کردن پروتئین‌ها با افزایش محلول‌های هگزاسیانوفرات پتاسیم و استات روی، صاف کردن محلول به‌دست آمده، افزودن کلرور سولفانیل آمید و ۱-N نفتیل اتیلین دی آمین دی هیدروکلرید به محلول صاف شده و اندازه‌گیری کمپلکس قرمز رنگ ایجاد شده با نیتریت در طول موج ۵۳۸ نانومتر به روش اسپکتروفوتومتر.

■ آماده‌سازی آزمایه: نمونه آزمایشگاهی را به خوبی با هم بیامیزید اگر نیاز باشد ابتدا هسته‌ها و پوست سخت دانه‌ها را بیرون بیاورید و نمونه آزمایشگاهی را در یک دستگاه خردکن با دور بالا خرد کنید. در مورد فرآورده منجمد، آن را در ظرف در بسته بگذارید تا از انجماد خارج شود و مایع تراوش شده را با آن مخلوط و به خوبی یکنواخت کنید.

■ تهیه آزمونه: با استفاده از پی‌پت ۱ تا ۱۰ میلی‌لیتر و یا با ترازو ۱ تا ۱۰ گرم از آزمایه را، متناسب با مقدار نیتریت مورد انتظار در نمونه به دقت برداشت کنید.

■ تهیه محلول صاف شده: آزمونه را در یک بشر بریزید و به آن ۵ میلی‌لیتر محلول تترا بورات دی سدیم و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر با دمای ۷۰ تا ۸۰ درجه سلسیوس بیفزایید. بشر را به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب جوش حرارت دهید و گاهی آن را بهم بزنید. آنگاه به آن به‌طور تدریجی ۲ میلی‌لیتر محلول هگزاسیانو فرات پتاسیم و ۲ میلی‌لیتر محلول استات روی بیفزایید و پس از هر افزایش بهم بزنید. بشر را سرد کنید و محتویات آن را به کمک آب مقطر با شستشوی مکرر با عبور از کاغذ صافی درون یک بالن ژوژه ۲۰۰ میلی‌لیتری بریزید و پس از شستشوی کامل روی صافی به حجم برسانید. محلول حاصل را کاملاً همگن کنید.

■ اندازه‌گیری مقدار نیتریت: با استفاده از پی‌پت، مقدار معینی از مایع صاف شده (حداقل ۵ میلی‌لیتر) را در بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری بریزید و تقریباً تا ۳۰ میلی‌لیتر با آب مقطر رقیق کنید و با یک پی‌پت، ۵ میلی‌لیتر از محلول شماره سولفانیل آمید و ۳ میلی‌لیتر از محلول شماره اسید کلریدریک به آن بیفزائید و بخوبی مخلوط کنید. در این مرحله، اگر نیاز به نگهداری این محلول بود آن را در جای تاریک و در دمای آزمایشگاه نگهداری کنید.

یک میلی‌لیتر از شناساگر رنگی ۱-N نفتیل اتیلن دی آمین دی هیدرو کلرید به آن افزوده و به خوبی مخلوط کنید و به مدت سه دقیقه در حرارت محیط در جای تاریک قرار دهید، سپس بالن را با آب مقطر به حجم برسانید. در طول مدت ۱۵ دقیقه، جذب محلول نمونه و بلانک را با اسپکتروفوتومتر اندازه بگیرید.

■ آزمون تهی[۷]: با بکارگیری ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به جای آزمونه، یک آزمون بلانک مطابق روش بالا تهیه نمایید.

■ رسم منحنی کالیبراسیون: در یک دسته شش تائی بالن‌های ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری، به ترتیب مقادیر ۰/۰۵، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۵، ۲ و ۳ میلی‌لیتر محلول استاندارد نیتریت سدیم ۱۰ ppm اضافه کرده و با آب مقطر به حجم ۳۰ میلی‌لیتر برسانید. سپس مطابق روش تهیه نمونه، شناساگرهای رنگ‌ساز را اضافه کرده و به حجم برسانید. غلظت محلول‌های استاندارد تهیه شده با این روش به ترتیب عبارتند از: ۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۰۶، ۰/۱، ۰/۴ و ۰/۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر.

پس از معرفی غلظت استانداردهای ساخته شده به دستگاه و قرائت جذب حاصل از هرکدام، منحنی کالیبراسیون با استفاده از دستگاه ترسیم می‌شود. میزان جذب آزمون بلانک را از مقدار جذب محلول آزمونه کم کنید و وزن نیتریت آزمونه را از روی منحنی کالیبراسیون به‌دست آورید.

اندازه‌گیری نیترات

■ روش کار: استخراج آزمونه با آب داغ، ته‌نشین کردن پروتئین‌ها با افزایش محلول فروسیانور پتاسیم دو ظرفیتی و استات روی، صاف کردن محلول به‌دست آمده، احیای نیترات این محلول به نیتریت با کادمیوم فلزی، افزایش سولفانیل آمید و ۱-N نفتیل اتیلین دی آمید دی هیدرو کلرید به محلول صاف شده و اندازه‌گیری کمپلکس قرمز رنگ ایجاد

شده توسط نیتریت در طول موج ۵۳۸ نانومتر به روش اسپکتروفوتومتری.

■ اندازه‌گیری مقدار نیترات: با یک پی‌پت، مقداری از محلول صاف شده را که بین ۳۰ تا ۱۲۰ میکروگرم یون نیترات (NO_3^-) داشته باشد (۱۰ میلی‌لیتر یا کمتر) در یک بشر ریخته و به آن ۵ میلی‌لیتر محلول بافر آمونیاکی اضافه کنید. ۲ گرم پودر کادمیوم به محلول اضافه کرده و به مدت ۱۰ دقیقه ترکیب را هم بزنید. پس از طی این مدت نمونه را صاف کرده و در بالن ۵۰ میلی‌لیتری به حجم برسانید. ۱۰ میلی‌لیتر از محلول حاصل را به یک بالن ۵۰ میلی‌لیتری منتقل کنید و تمامی مراحل انجام آزمون نیتریت را از مرحله تهیه نمونه صاف شده، روی محلول تکرار کنید.

سپس جذب محلول حاصل را خوانده و مقدار آزمون تهی را از آن کسر کنید و مقدار نیتریت کل را از روی منحنی استاندارد بخوانید.

محاسبات و نتایج

محاسبه مقدار نیتریت:

مقدار یون نیتریت (NO_2^-) به میلی‌گرم، در یک کیلوگرم یا یک لیتر فرآورده با استفاده از روابط (۲) یا (۳) به‌دست می‌آید.

رابطه (۲)

$$concentration\ of NO_2^-\left(\mu g/ml\right) = C_1 \times \frac{10000}{V_1 \times V_0}$$

رابطه (۳)

$$concentration\ of NO_2^-\left(\mu g/ml\right) = C_1 \times \frac{10000}{V_1 \times m_0}$$

در این روابط:

(m_0): جرم آزمونه به گرم و (C_1): جرم یون نیتریت (NO_2^-) به میکروگرم در حجم محلول صاف شده برداشتی که از روی منحنی کالیبراسیون خوانده شده، (V_0): حجم آزمونه به میلی‌لیتر و (V_1): حجم محلول صاف شده برداشتی به میلی‌لیتر است.

محاسبه مقدار نیترات:

مقدار یون نیترات (NO_3^-) به میلی‌گرم، در یک کیلوگرم یا یک لیتر فرآورده با استفاده از روابط (۴) یا (۵) محاسبه می‌شود:

رابطه (۴)

$$concentration\ of NO_3^-\left(\mu g/ml\right) = 1.348 \times \left(\frac{C_2 \times 5 \times 10^5}{V_3 \times V_2 \times V_0} - \frac{C_1 \times 10^4}{V_1 \times V_0}\right)$$

رابطه (۵)

$$concentration\ of NO_3^-\left(\mu g/g\right) = 1.348 \times \left(\frac{C_2 \times 5 \times 10^5}{V_3 \times V_2 \times m_0} - \frac{C_1 \times 10^4}{V_1 \times m_0}\right)$$

در این روابط:

(C_2): مقدار یون نیتریت کل موجود به میکروگرم در حجم (V_2) محلول صاف شده برداشتی که از روی منحنی کالیبراسیون خوانده شده، (V_2): میلی‌لیتر محلول آزمونه برداشتی برای اندازه‌گیری اسپکتروفوتومتری جذب مولکولی، (V_3): میلی‌لیتر محلول صاف شده برداشتی به‌منظور تهیه محلول آزمونه، m_0، C_1، V_0 و V_1 دارای همان مفاهیم بند ۴-۱-۷ هستند، ۱/۳۴۸: نسبت بین جرم‌های مولکولی یون نیترات NO_3^- به یون نیتریت NO_2^- است.

تضمین کیفیت

تجدیدپذیری:

رابطه (۶)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_1 + x_2 + \ldots x_n)}{N}$$

رابطه (۷)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

رابطه (۸)

$$RSD_R = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

در این روابط:

$\bar{x}$: میانگین نتایج حاصل از آزمون، N: تعداد آزمون، x_n :... x_2 و x_1: نتایج مربوط به هر یک از آزمون‌ها، S: انحراف معیار، RSD_R: انحراف معیار نسبی برای تجدیدپذیری است.

نابرابری بین نتایج به‌دست آمده در دو آزمایشگاه مختلف روی یک نمونه نباید بیش از ۳ درصد (نسبی) تفاوت داشته باشد [۴-۶].

پی‌نوشت

۱. کارشناس بخش شیمی کلاسیک آزمایشگاه پارسیان بهینه پایش، بندرعباس، هرمزگان، ایران

2. Cell
3.Grating Mirror
4. Detector
5. Photomultiplier
6. Photodiode
7. Blank

مراجع

[1] International Standard ISO 6635-Fruits, vegetables and derived products – Determination of nitrite and nitrate content – molecular absorption spectrometric method- First Edition -1984.11.01

[۲] استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۰۶، سال ۱۳۷۷، چاپ اول- روش آزمون اندازه‌گیری نیتریت و نیترات در میوه و سبزی و فرآورده‌های آنها به طریق بیناب سنجی مولکولی

[3] Townshen, A. Principles of Instrumental Analysis. Anal. Chim. Acta 1983, 152, 314.

[4] AOAC Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods Dietary Supplements and Botanicals

[۵] شهباززادگان سمیرا، هاشمی مجد کاظم، شهبازی بهزاد - اندازه‌گیری غلظت نیترات در سبزی‌های عرضه شده در شهر اردبیل - مجله علمی و پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل - دوره ۱۰ بهار ۱۳۹۸

[۶] پیرصاحب مقداد، شرفی کیومرث، مرادی مسعود - بررسی میزان نیترات و نیتریت سبزی‌های کشت شده در دشت‌های جنوبی و شرقی کرمانشاه در سال ۱۳۹۰ - بهداشت مواد غذایی - دوره ۳ شماره ۱ بهار ۱۳۹۰

[7] L. R. P. Butler and K. Laqua (1995). Nomenclature, symbols, units and their usage in spectro-chemical analysis-IX. Instrumentation for the spectral dispersion and isolation of optical radiation. Pure & App. Chem., 67(10):1725-1744.

Volume 8 ■ Issue 4 ■ Winter 2021 ■ No.32
Iranian Journal of laboratory Knowledge

Author

Elahe Abazari[1*]

*elaheabazari95@gmail.com

Bachelor of Chemistry. Parsian Behineh Payesh Laboratory, Bandar Abbas, Iran.

Spectrophotometer

application in measuring nitrite and nitrate content in fruits and vegetables and their products through molecular interferometry.

Abstract

Due to the fact that vegetables and summer vegetables have the ability to absorb large amounts of nitrite and nitrate, so the consumption of such products by humans can endanger health. The aim of this study was to provide an effective method for measuring the amount of nitrate and nitrite in vegetables and their products in ppm using a spectrophotometer. In this method, by removing the disturbances by chemical precipitation method and using dye development reagents and creating a color complex in the extract, and finally reading the amount of color complex adsorption created by the device, the amount of nitrate and nitrite in ppm is obtained. This article is just a test method that has been validated in test laboratories.

Keywords

Spectrophotometer, Nitrite measurement, Nitrate measurement, Molecular intermediation

Iran Nanotechnology Laboratory Network

Iranian Journal of Laboratory Knowledge

ISSN 2538-3450

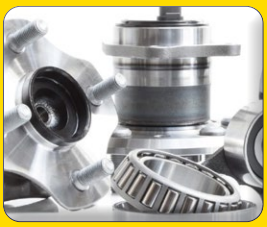
Volume 8 ▪ Issue 4 ▪ Winter 2021 ▪ No.32

A review on methods of measuring the contact angle of liquids

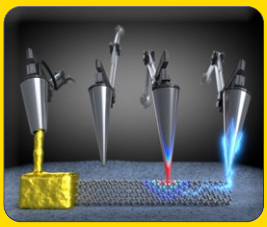
Inter Laboratory Comparisons, Proficiency Testing , Why and How?

What is the High-Throughput Screening (HTS) test method? Part One: Introduction, Mechanism and Application

Spectrophotometer application in measuring nitrite and nitrate content in fruits and vegetables and their products through molecular interferometry.



Comparison the quality of internal defects evaluation of metal parts with fuzzy array and full focus methods



Scanning Probe Microscope application in the fabrication of Single Electron Transistors

www.IJLK.ir
info@ijlk.ir