تأثیر کودهای نیتروژنه و مدت زمان نگهداری در یخچال بر تجمع نیترات در اسفناج

شهرام کیانی و محبوبه قیطاسی
گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کودهای نیتروژنه و مدت زمان نگهداری در یخچال بر تجمع نیترات در دو رقم اسفناج (گیانت سانتوس و وایکینگ) یک آزمایش گلدانی به صورت طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل در دانشگاه شهرکرد انجام شد. نوع کود نیتروژنه شامل چهار سطح (۱) عدم مصرف کود نیتروژنه (شاهد)، (۲) اوره، (۳) سولفات نیترات آمونیوم، (۴) سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده نیتراتسازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) بود. مدت زمان نگهداری نمونه‌ها در یخچال شامل ۴ زمان صفر (زمان برداشت)، ۲، ۴ و ۶ روز پس از برداشت بود. نتایج نشان داد نگهداری اسفناج در یخچال برای ۶ روز باعث کاهش معنی‌دار غلظت نیترات در هر دو رقم کوددهی شده با تمامی کودهای نیتروژن شد. کاربرد سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP منجر به کاهش ۲۲ درصدی نیترات اسفناج در دوره نگهداری در یخچال (به مدت ۶ روز) در مقایسه با زمان برداشت شد در حالی که این مقدار برای اوره و سولفات نیترات آمونیوم تنها ۱۱ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: انبارداری، بازدارنده نیترات سازی DMPP، تجمع نیترات.

مقدمه

اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) از مهمترین سبزی‌های برگی است که مصرف آن در غذاهای ایرانی زیاد است و تجمع نیترات در آن قابل ملاحظه می‌باشد. به طوری که غلظت نیترات در این گیاه تا بیش از ۲۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده تر گزارش شده است (سپهوند و امیدواری، ۱۳۸۹؛ Ramachandran et al.,2005).

یکی از عوامل موثر بر عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی کاربرد کودهای نیتروژنه می‌باشد. امروزه کودهای شیمیایی نیتروژنه به عنوان یکی از ابزارهای مورد استفاده جهت دستیابی به بیشترین تولید در واحد سطح به شمار می‌روند. با این وجود کاربرد طولانی مدت و بیش از اندازه آنها پیامدهای نامطلوبی، از جمله تجمع بیش از حد مجاز نیترات به ویژه در سبزی‌ها را به دنبال دارد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). تجمع نیترات در سبزیها به دلیل بیشتر بودن میزان جذب نیترات از مقدار احیای آن در گیاه است. نیترات در معده انسان قابلیت تبدیل به نیتریت را دارد. همچنین نیترات در هنگام انبارداری و فرآوری میوه‌ها و سبزی‌ها به نیتریت احیا می‌شود (Bednar and Kies, 1994). به دنبال آن نیتریت با اسیدهای آمینه معده ترکیب شده و خطر تشکیل ماده سرطان‌زای نیتروزوآمین را در بدن انسان افزایش می‌دهد (EFSA, 2008). عمده نیترات وارد شده به سبد غذایی انسان از آب آشامیدنی، کنسرو و غذاهای گیاهی به ویژه سبزی‌ها می‌باشد. اما در این میان نقش سبزی‌ها از همه بیشتر می‌باشد. به طوری که در حدود ۹۴-۷۲ درصد کل نیترات ورودی به بدن انسان از این طریق صورت می‌گیرد (Dich et al., 1996). بنابراین غلظت نیترات و نیتریت موجود در سبزیها برای سلامتی انسان اهمیت زیادی دارد.

اوره رایج‌ترین کود نیتروژنه جامد است که در جهان و ایران مصرف می‌شود. اوره بلافاصله پس از مصرف در خاک توسط آنزیم اوره‌آز هیدرولیز شده و آمونیوم تولید می‌کند. آمونیوم نیز بر اثر فعالیت باکتری‌های نیتروباکتریا به نیترات تبدیل می‌شود. نیترات در مقایسه با آمونیوم در معرض واکنش‌های هدررفتی بیشتری از قبیل آبشویی و نیتراتزدایی قرار دارد. یکی از روش‌های کاهش نیترات در خاک و جذب آن توسط گیاه استفاده از بازدارنده‌های نیتراتسازی است. بازدارنده‌های نیترات‌سازی موادی هستند که اکسایش زیستی یون آمونیوم (NH_4^+) به نیتریت (NO_2^-) را به‌واسطه کاهش فعالیت باکتری نیتروزوموناس به تأخیر می‌اندازند. از جمله بازدارنده‌های معروف می‌توان به ترکیباتی از قبیل نیتراپیرین (N-serve)، دی سیانو

دی آمید (DCD) و ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات (DMPP) اشاره کرد (Pasda et al. 2001). بر اساس پژوهش‌های انجام شده تغذیه آمونیومی می‌تواند منجر به کاهش تجمع نیترات در سبزی‌ها شود (Montemurro et al., 1998). از آنجایی که در نتیجه کاربرد بازدارنده‌های نیترات‌سازی بخش اعظم نیتروژن کاربردی در طول دوره مؤثر بازدارندگی به شکل آمونیوم است، بنابراین می‌توان انتظار داشت که استفاده از بازدارنده‌های نیترات‌سازی منجر به کاهش تجمع نیترات در سبزی‌ها شود.

علاوه بر عواملی که در طول دوره کشت بر غلظت نیترات در سبزیها تاثیر دارد، عواملی از قبیل مدت زمان، شرایط نگهداری (دمای محیط، یخچال و فریزر) و فرآوری سبزیها می‌تواند غلظت نیترات و نیتریت را در سبزیها تحت تاثیر قرار دهد. مطالعات انجام شده درباره تأثیر نگهداری اسفناج (Phillips, 1968; Chung et al., 2004)، سبزیهای برگی نیجریه‌ای (Ezeagu and Fafunso, 1995; Ezeagu, 1996) و کلم چینی (Chung et al., 2004) در دمای محیط بر روی غلظت نیترات و نیتریت آنها نشان داد که مقدار نیترات آنها کاهش یافته در حالی که غلظت نیتریت آنها در طول زمان افزایش یافته است. افزایش در غلظت نیتریت سبزیها در طول دوره نگهداری به نوع گونه گیاهی، فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز (Wallace, 1986) و میزان جمعیت باکتریایی (Chung et al., 2004; Ezeagu and Fafunso, 1995; Ezeagu, 1996) بستگی دارد. نگهداری در یخچال به مدت ۷ روز در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، بر مقادیر نیترات در کلم و اسفناج چینی تقریبا بی‌تأثیر بوده است. (Chung et al., 2004). با این حال سطوح بالای نیتریت در پوره‌های خانگی تهیه شده از سبزیها حتی پس از نگهداری در یخچال به مدت ۱۲ ساعت نیز گزارش شده است. احتمالاً تهیه پوره منجر به رهاسازی آنزیم نیترات ریداکتاز و به تبع آن تشکیل سطوح بالای نیتریت شده است (Sánchez-Echaniz and Benito-Fernandez, 2001). با توجه به موارد فوق در تحقیق حاضر سعی شده است تاثیر نوع کود نیتروژنه مصرفی در مرحله تولید بر تغییرات غلظت نیترات در اسفناج در مرحله پس از برداشت بررسی شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت یک آزمایش گلدانی در خاکی با بافت شنی لومی بر روی دو رقم اسفناج (گیانت سانتوس و وایکینگ) در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام شد. نوع طرح مورد استفاده کاملاً تصادفی و در قالب فاکتوریل با دو عامل و سه تکرار بود. عامل اول نوع کود نیتروژنه شامل چهار سطح بود که عبارت بودند (۱) عدم مصرف کود نیتروژنه (شاهد)، (۲) مصرف نیتروژن از منبع اوره، (۳) مصرف سولفات نیترات آمونیوم، (۴) مصرف سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده نیترات‌سازی ۳ و ۴ دی متیل پیرازول فسفات (DMPP). لازم به ذکر است که میزان نیتروژن مصرفی در تمام تیمارهای آزمایشی ثابت و برابر ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک بود که در دو تقسیط مساوی قبل از کشت و یک ماه پس از کشت مورد استفاده قرار گرفتند. عامل دوم نیز مدت زمان نگهداری نمونه‌ها در یخچال شامل ۴ زمان صفر (زمان برداشت)، ۲، ۴ و ۶ روز پس از برداشت بود. به منظور اجرای آزمایش، پس از تهیه خاک نسبت به مصرف عناصر غذایی مورد نیاز اسفناج اقدام شد. بدنبال آن خاک به درون گلدان‌های پلاستیکی به حجم ۷ لیتر ریخته شد و گلدانها به داخل گلخانه منتقل شدند. سپس در هر گلدان ۱۲ عدد بذر اسفناج کاشته شد که پس از مرحله استقرار ۵ بوته حذف شد. سپس مراقبت‌های زراعی معمول در حین دوره داشت (به مدت ۱۰ هفته) در گلخانه تا زمان برداشت صورت گرفت. پس از برداشت بوته‌های اسفناج در هر پلات به ۴ قسمت تقریبا مساوی تقسیم شدند. بخش اول برای اندازه‌گیری غلظت نیترات در زمان برداشت اختصاص داده شد و ۳ بخش دیگر برای اندازه‌گیری غلظت نیترات در زمانهای ۲، ۴ و ۶ روز پس از برداشت در شرایط نگهداری در یخچال در دمای ۵ درجه سانتیگراد اختصاص داده شد. به منظور اندازه‌گیری غلظت نیترات در نمونه‌های اسفناج ابتدا نمونه‌ها خشک شدند. بدین منظور نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شده و سپس با استفاده از آسیاب برقی خرد شدند. برای اندازه‌گیری غلظت نیترات، به ۰/۱ گرم (توزین شده با ترازوی ۰/۰۰۱ گرم) از پودر خشک شده اسفناج ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شده و بدنبال آن نمونه‌ها در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت خوابانیده شدند. نمونه حاصله به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شده و عصاره حاصله با استفاده از کاغذ صافی فیلتر گردید. در نهایت غلظت نیترات به روش رنگ سنجی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۰ نانومتر

اندازه‌گیری گردید (Cataldo et al., 1975). سپس غلظت نیترات در نمونه‌های گیاهی بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر محاسبه و گزارش شد. نتایج حاصله توسط نرم افزار آماری SAS (نسخه ۸/۰۲) تجزیه و تحلیل شد و برای مقایسه و کلاسه‌بندی میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار فیشر (LSD) با سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

خاک مورد بررسی مشکل شوری نداشته و به دلیل وجود کربنات کلسیم معادل پ.هاش آن از ۷ بیشتر می‌باشد. همچنین میزان ماده آلی آن بسیار کم است. سایر ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	نیترات	آمونیوم	پتاسیم	فسفر	کربنات کلسیم معادل	ماده آلی	قابلیت هدایت الکتریکی**	پ.هاش*
	محلول و تبادلی		قابل استفاده					
	mg kg^{-1}				%		dS m^{-1}	
Loamy Sand	۰/۵	۳/۷	۱۱۹/۵	۶/۳	۲۸/۵	۰/۲۶	۰/۱۴	۷/۹

*در سوسپانسیون ۱ به ۲ خاک به آب مقطر، ** در عصاره ۱ به ۲ خاک به آب مقطر

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت نیترات اندام هوایی دو رقم اسفناج را نشان می‌دهد. با توجه به جدول مشاهده می‌شود که تأثیر منبع نیتروژن و زمان نگهداری بر غلظت نیترات اندام هوایی در هر دو رقم اسفناج در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار شده است. در حالی که برهمکنش منبع نیتروژن و زمان بر غلظت نیترات اندام هوایی در دو رقم اسفناج غیرمعنی‌دار بود.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت نیترات اندام هوایی دو رقم اسفناج

منبع تغییرات	درجه آزادی	نوع رقم	
		گیانت سانتوس	وایکینگ
منبع نیتروژن	۳	۴۶۵۱۸۶۴/۴**	۶۹۸۰۴۲۶/۱**
زمان نگهداری	۳	۲۳۲۳۶۹/۲**	۲۲۶۲۲۰/۸**
منبع نیتروژن × زمان نگهداری	۹	۹۵۵۹/۸ns	۹۶۷۳/۱ns
خطا	۳۲	۴۲۰۷۹/۸	۱۹۴۳۶/۱

ns ، * و** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد آزمون F می‌باشد.

جدول ۳ نتایج حاصل از مقایسه میانگین برهمکنش منبع نیتروژن و زمان نگهداری در یخچال بر غلظت نیترات اندام هوایی ارقام اسفناج (گیانت سانتوس و وایکینگ) را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج حاصله منابع مختلف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیترات اندام هوایی ارقام اسفناج در زمان‌های مختلف نگهداری در یخچال داشتند (جدول ۳). به طوری که در هر سه زمان نگهداری نمونه‌ها در یخچال (۲، ۴ و ۶ روز) کاربرد سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات‌سازی DMPP باعث کاهش معنی‌دار غلظت نیترات اندام هوایی در مقایسه با دو کود اوره و سولفات نیترات آمونیوم در هر دو رقم گیانت سانتوس و وایکینگ گردید. درحالی که تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار اوره و سولفات نیترات آمونیوم در هر سه زمان مشاهده نشد. بیشترین و کمترین غلظت نیترات اندام هوایی در رقم گیانت سانتوس به ترتیب مربوط به کاربرد اوره در زمان برداشت (۳۱۰۹/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و تیمار شاهد در زمان ۶ روز پس از نگهداری در یخچال (۱۵۹۱/۱ میلی‌گرم بر

کیلوگرم) بود (جدول ۳). همچنین در رقم وایکینگ نیز بیشترین و کمترین غلظت نیترات اندام هوایی اسفناج به ترتیب مربوط به کاربرد اوره در زمان برداشت (۳۵۵۹/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و تیمار شاهد در زمان ۶ روز پس از نگهداری در یخچال (۱۶۵۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود (جدول ۳).

بر اساس نتایج حاصله، زمان نگهداری در یخچال تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیترات اندام هوایی اسفناج رقم گیانت سانتوس در هر سه منبع نیتروژن کاربردی داشت. به طوری که با افزایش مدت زمان نگهداری در یخچال تا ۶ روز غلظت نیترات اسفناج در هر سه منبع نیتروژن کاربردی در مقایسه با زمان برداشت به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). مقدار کاهش غلظت نیترات در روز ششم نسبت به روز برداشت در تیمار اوره ۱۱ درصد، در تیمار سولفات نیترات آمونیوم ۱۱ درصد و در تیمار سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده ۲۲ درصد بود. در رقم وایکینگ نیز دوره نگهداری در یخچال تنها تأثیر معنی‌داری بر کاهش غلظت نیترات اندام هوایی در دو تیمار اوره و سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP داشت. به طوری که در این دو تیمار کودی با افزایش دوره نگهداری در یخچال تا ۶ روز غلظت نیترات اندام هوایی اسفناج در مقایسه با زمان برداشت به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). مقدار این کاهش در روز ششم نسبت به روز برداشت در تیمار اوره ۱۰ درصد، در تیمار سولفات نیترات آمونیوم ۱۰ درصد و در تیمار سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP ۱۹ درصد بود. در هر دو رقم گیانت سانتوس و وایکینگ دوره نگهداری در یخچال تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیترات اندام هوایی تیمار شاهد (بدون استفاده از کود) نداشت. کاهش دو برابری غلظت نیترات با نگهداری نمونه‌ها در یخچال به مدت ۶ روز در تیمار سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP در مقایسه با تیمار مشابه اما فاقد بازدارنده و اوره در هر دو رقم اسفناج نشاندهنده کارایی بازدارنده نیترات سازی DMPP در دوره پس از برداشت نیز می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش منبع نیتروژن و زمان نگهداری در یخچال بر غلظت نیترات کل اندام هوایی اسفناج ارقام گیانت سانتوس و وایکینگ بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر

منبع نیتروژن / زمان نگهداری	شاهد (بدون کود)	اوره	سولفات نیترات آمونیوم	سولفات نیترات آمونیوم با بازدارنده DMPP	میانگین
رقم گیانت سانتوس					
۰	۱۷۳۰/۱^{gf}	۳۱۰۹/۸^{a}	۲۹۰۳/۱^{ab}	۲۱۲۱/۵^{e}	۲۴۶۶/۱^{A}
۲	۱۶۷۵/۳^{g}	۲۹۷۴/۶^{ab}	۲۷۶۷/۱^{bcd}	۱۹۵۰/۹^{ef}	۲۳۴۱/۹^{B}
۴	۱۶۰۸/۸^{g}	۲۸۳۸/۱^{bc}	۲۶۴۵/۳^{cd}	۱۷۸۷/۵^{gf}	۲۲۱۹/۸^{C}
۶	۱۵۹۱/۱^{g}	۲۷۶۸/۳^{bcd}	۲۵۷۷/۱^{d}	۱۶۶۴/۴^{g}	۲۱۵۰/۲^{C}
میانگین	۱۶۵۱/۳^{D}	۲۹۲۲/۶^{A}	۲۷۲۳/۱^{B}	۱۸۸۱/۱^{C}	
رقم وایکینگ					
۰	۱۷۹۵/۴^{gh}	۳۵۵۹/۲^{a}	۳۲۴۲/۱^{abcd}	۲۴۴۶/۹^{e}	۲۷۶۰/۸^{A}
۲	۱۷۴۳/۹^{h}	۳۴۱۹/۵^{ab}	۳۱۰۳/۸^{bcd}	۲۲۸۹/۳^{ef}	۲۶۳۹/۱^{AB}
۴	۱۶۸۲/۴^{h}	۳۲۸۶/۶^{abc}	۳۰۱۹/۳^{cd}	۲۱۱۸/۰^{efg}	۲۵۲۶/۵^{BC}
۶	۱۶۵۰/۵^{h}	۳۲۱۲/۴^{bcd}	۲۹۲۸/۳^{d}	۱۹۸۹/۷^{fgh}	۲۴۴۵/۲^{C}
میانگین	۱۷۱۸/۱^{D}	۳۳۶۹/۴^{A}	۳۰۷۲/۷^{B}	۲۲۱۰/۹^{C}	

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون و ردیف و در هر رقم اسفناج فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند. اثرات اصلی با حروف بزرگ نشان داده شده است (آزمون LSD).

از نکات قابل توجه در این تحقیق کاهش ۲۰ درصدی غلظت نیترات در اسفناج کوددهی شده با سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات‌سازی DMPP در طی دوره ۶ روزه نگهداری در یخچال در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن مصرفی (اوره و سولفات نیترات آمونیوم) می‌باشد. این امر نشان‌دهنده آن است که کاربرد بازدارنده نیترات‌سازی DMPP حتی در دوره پس از برداشت نیز به طور مؤثر و معنی‌داری منجر به کاهش غلظت نیترات در ارقام اسفناج شده است که این کاهش نیترات در

برخی موارد غلظت نیترات اسفناج ارقام کوددهی شده را به غلظت نیترات شاهد (بدون کوددهی) رساند (جدول ۳). کاهش غلظت نیترات در اسفناج از نقطه نظر سلامت انسان دارای اهمیت زیادی است. در همین زمینه چائو و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند استفاده از بازدارنده نیترات‌سازی DMPP تأثیر معنی‌داری بر کاهش غلظت نیترات در سبزی‌ها در دوره نگهداری در یخچال داشته است که با نتایج این پژوهش همسو می‌باشد.

بر اساس نتایج این پژوهش نگهداری اسفناج در یخچال به خصوص در مدت زمان ۶ روز باعث کاهش معنی‌دار غلظت نیترات آن در کلیه ارقام و در تمامی منابع نیتروژن شده است. مقدار این کاهش در تیمار اوره و سولفات نیترات آمونیوم در محدوده ۱۱-۱۰ درصد و در تیمار سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP در محدوده ۲۲-۱۹ درصد می‌باشد. بررسی‌های انجام شده حاکی از آنست که سطوح نیترات در سبزی‌های خام نگهداری شده در دمای محیط در طول دوره نگهداری کاهش می‌یابد. مطالعات انجام شده درباره تأثیر نگهداری اسفناج (Phillips, 1968; Chung et al., 2004)، سبزیهای برگی نیجریه‌ای (Ezeagu and Fafunso, 1995; Ezeagu, 1996) و کلم چینی (Chung et al., 2004) در دمای محیط بر روی غلظت نیترات آنها نشان داد که مقدار نیترات آنها کاهش یافته است. کاهش غلظت نیترات در سبزی‌ها در طول دوره نگهداری به دلیل احیای نیترات به نیتریت در اثر فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز می‌باشد (Marschner, 1995). البته برخی از محققان نشان داده‌اند که این کاهش فقط در دمای محیط اتفاق افتاده و در یخچال چنین امری مشاهده نشده است. به طوری که چانگ و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند نگهداری در یخچال به مدت ۷ روز در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، بر مقادیر نیترات در کلم چینی و اسفناج تقریبا بی‌تأثیر بوده است. این به معنی است که آنزیم نیترات ریداکتاز در شرایط نگهداری در یخچال غیرفعال شده است. بر این اساس کاهش غلظت نیترات در ارقام اسفناج در شرایط این تحقیق با مشاهدات چانگ و همکاران (۲۰۰۴) همسو نمی‌باشد. بر مبنای نتایج این پژوهش استفاده از کود سولفات نیترات آمونیوم به همراه بازدارنده نیترات سازی DMPP برای کاهش غلظت نیترات در اسفناج به هنگام برداشت و پس از انبارداری در یخچال قابل توصیه است.

منابع

سپهوند، م. و امیدواری، ش. ۱۳۸۹. تاثیر مصرف بی‌رویه کود شیمیایی اوره بر تجمع نیترات در سبزی‌ها و به خطر افتادن سلامتی جامعه. اولین کنگره چالشهای کود در ایران، هتل المپیک، تهران.

ملکوتی، م.ج. کشاورز، پ. و کریمیان، ن.ج. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کودی برای کشاورزی پایدار (چاپ هفتم). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

Bednar C. and Kies C. 1994. Nitrate and vitamin C from fruits and vegetables: Impact of intake variations on nitrate and nitrite excretions of humans. Plant Food for Human Nutrition, 45: 71-80.

Cataldo D.A., Haroon M., Schrader L.E. and Youngs V.L. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 6: 71-80.

Chao X., Liang-huan W., Xiao-tang J. and Fu-Suo Z. 2005. Role of nitrification inhibitor DMPP (3, 4-dimethylpyrazole phosphate) in nitrate accumulation in greengrocery (*Brassica campestris* L. ssp. Chinensis) and vegetable soil. Journal of Environmental Sciences, 17: 81-83.

Chung J.C., Chou S.S. and Hwang D.F. 2004. Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. Food Additives and Contamination, 21: 317–322.

Dich J., Jivinen R., Knektp P. and Pentill P.L. 1996. Dietary intakes of nitrate, nitrite and NDMA in the Finnish Mobile Clinic Health Examination Survey. Food Additives and Contaminants, 13: 541-552.

EFSA. 2008. Nitrate in vegetables: scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. Eurpean Food Safety Authority Journal, 689: 1-79.

Ezeagu I.E. 1996. Nitrate and nitrite contents in ogi and the changes occurring during storage. Food Chemistry, 56: 77–79.

Ezeagu I.E. and Fafunso M.A. 1995. Effect of wilting and processing on the nitrate and nitrite contents of some Nigerian leaf vegetables. Nutrition and Health, 10: 269-275.

Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, San Diego.

Montemurro F., Capotorti G., Lacertosa G. and Palazzo D. 1998. Effect of urease and nitrification inhibitors application on urea fate in soil and nitrate accumulation in lettuce. Journal of Plant Nutrition, 21: 242-245.

Pasda G., Hahndel R. and Zerulla W. 2001. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3, 4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. Biology and Fertility of Soils, 34: 85-97.

Phillips W.E.J. 1968. Changes in the nitrate and nitrite contents of fresh and processed spinach during storage. Journal of Agricultural Food Chemistry, 16: 88-91.

Ramachandran A., Hrycan W., Bantle J. and Waterer D. 2005. Seasonal changes in tissue nitrate levels in fall-planted spinach (*Spinacia oleracea* L.). University of Saskatchewan, Canada.

Sánchez-Echaniz J. and Benito-Fernández J. 2001. Methaemoglobinemia and consumption of vegetables in infants. Pediatrics, 107: 1024-1028.

Wallace W. 1986. Distribution of nitrate assimilation between the root and shoot of legumes and a comparison with wheat. Journal of Plant Biology, 66: 630-636.

The effect of nitrogen fertilizers and duration of refrigerated storage on the nitrate accumulation in spinach

Sh. Kiani and M. Gheytasi
Department of Soil Science and Engineering, College of Agriculture, ShahreKord University

Abstract

In order to investigate the effect of nitrogen fertilizers and duration of refrigerated storage on nitrate accumulation in two spinach (*Spinacia oleracea* L.) cultivars (Giant Santos and Viking) a pot experiment was conducted at Shahrekord University. A factorial experiment using completely randomized design was carried out with two factors of nitrogen fertilizer type and storage time with three replications. Nitrogen fertilizer type included 4 levels of: 1- control with no added N fertilizer, 2- urea 3- ammonium sulphate nitrate (ASN) and 4- ASN plus DMPP. The storage times of samples in the refrigerator were zero (time of harvest), 2, 4 and 6 days after harvest. The Results showed that storage of spinach in the refrigerator for 6 days led to significant decrease of nitrate concentration in both spinach cultivars fertilized with all nitrogen fertilizers. Application of ASN with nitrification inhibitor DMPP led to 22% decrease in spinach nitrate concentration after 6 days storage in the refrigerator as compared to harvest time. But that was only 11 percent for urea and ASN fertilizers.

Keywords: nitrate accumulation, nitrification inhibitor DMPP, storage time.