



تغییرات ریخت شناسی القاء شده در بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) تحت تأثیرات اتیل متان سولفونات

محمدامین باقری^۱ و سید کمال کاظمی تبار^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: cj.mabg@gmail.com)

۲- دانشیار، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۵

چکیده

بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) تنها گیاه زراعی مهم در خانواده پنبرکیان است. کشت این گیاه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان رایج می‌باشد. القاء جهش به‌عنوان ابزاری مفید در اصلاح نباتات جهت فراهم نمودن حداکثر تنوع قابل توارث پذیرفته شده است. به‌منظور بررسی تغییر برخی از صفات زراعی بامیه تحت تأثیر اتیل متان سولفونات (EMS)، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار با اعمال سه سطح غلظت ۰/۱۷۵٪، ۰/۳۵۰٪ و ۰/۵۲۵٪ اتیل متان سولفونات و به مدت ۱۸ و ۲۴ ساعت در مزرعه اجرا گردید. صفات زراعی مورد بررسی شامل ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در هر گیاه، طول غلاف، قطر غلاف، ضخامت ساقه، تعداد دانه در هر غلاف، وزن غلاف، تعداد لوکیول و وزن ۱۰۰ دانه بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر غلظت‌های EMS برای صفات تعداد دانه در هر غلاف، وزن غلاف و تعداد لوکیول در سطح ۱٪ و برای ارتفاع گیاه، قطر غلاف، ضخامت ساقه و وزن ۱۰۰ دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. اثر طول مدت تیمار نیز برای صفات ارتفاع گیاه، طول غلاف، قطر غلاف، تعداد دانه در هر غلاف معنی‌دار ($P \leq 0.05$) بود. استفاده از EMS بسته به غلظت مورد استفاده منجر به افزایش یا کاهش ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در هر گیاه، طول غلاف، قطر غلاف، ضخامت ساقه، تعداد دانه در هر غلاف، وزن غلاف، تعداد لوکیول و وزن ۱۰۰ دانه در بامیه شد. غلظت ۰/۳۵۰٪ و طول مدت ۱۸ ساعت بهینه‌ترین تیمار اعمال شده بود و نیز باعث افزایش صفات مورد مطالعه و در نتیجه افزایش عملکرد نسبت به شاهد شد. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از EMS تا حد زیادی می‌تواند اغلب صفات مطالعه شده در نسل M_1 را تحت تأثیر قرار دهد که ممکن است برخی از این صفات نتیجه جهش ژنی بوده و برای اهداف اصلاحی مورد استفاده قرار بگیرد.

واژه‌های کلیدی: اتیل متان سولفونات (EMS)، بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.)، تغییرات صفات، نسل M_1

مقدمه

استفاده قرار می‌گیرند. میوه خشک شده بامیه نیز، اغلب به شکل تکه‌ای یا پودر شده در خورش‌ها و سوپ‌ها بکار برده می‌شود. میوه تازه بامیه غنی از ویتامین‌های A و C و کلسیم می‌باشد (۲۴). سطح قابل توجهی از کربوهیدرات، پتاسیم، منیزیم و دیگر ویتامین‌ها نیز در آن حضور دارد (۲۵). دانه‌های بالغ برای تولید روغن و نیز به‌عنوان جایگزینی برای قهوه استفاده می‌شوند (۵). محتوای پروتئین دانه بامیه بین ۱۵٪ و ۲۶٪ متفاوت می‌باشد و محتوای روغن خوراکی آن نیز بیش از ۱۴٪ گزارش شده است (۲۴). موسیلاژ بدست آمده از غلاف‌ها را می‌توان به‌عنوان جایگزین پلاسما یا منبسط‌کننده حجم خون استفاده کرد. همچنین از موسیلاژ بدست آمده از ساقه‌ها و ریشه‌ها برای شفاف‌سازی شربت شکر در هند و سایزبندی کاغذ در مالزی و چین استفاده می‌شود. در برخی مناطق از ساقه‌ها برای الیاف لیف و چوب سوخت استفاده می‌کنند. میز و همکاران (۱۸) و نیز انور و همکاران (۲) روغن دانه بامیه برای تولید سوخت (بیو دیزل) پیشنهاد کرده‌اند. در پژوهش‌های

بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) گیاهی یک ساله است که به‌طور وسیعی در نواحی استوایی و نیمه استوایی دنیا از جمله هند، مالزی، فیلیپین، خاورمیانه، منطقه مدیترانه، آسیای مرکزی، شرق و غرب آفریقا و آمریکای مرکزی رشد می‌یابد (۹). این گیاه زراعی که به‌طور معمول خود گرده‌افشان است (۱۷) متعلق به خانواده پنبرکیان و نشات گرفته از آفریقا می‌باشد (۲۶). همچنین این احتمال وجود دارد که منشأ آن از نواحی استوایی آسیا باشد (۸). علاوه بر انواع خوراکی، گونه‌های زینتی و صنعتی فراوانی نیز از آن یافت می‌شوند. هند در حال حاضر با ۶ میلیون تن رتبه نخست را از نظر تولید اختیار دارد (۷).

بامیه به روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد. غلاف‌های سبز نارس و برگ‌های تازه آب‌پز شده و به‌عنوان طعم‌دهنده‌ی مغزی در سوپ و خورش مورد استفاده قرار می‌گیرد. غلاف‌های نارس به‌صورت بخارپز شده، سرخ شده، ترشی و یا کنسرو شده مورد

است. این گیاه دارای چرخه‌ی رشدی سریع، کشت آسان، مقاومت در برابر آفات، عملکرد بالا و ارزش نسل M_1 مورد مطالعه قرار گرفته و هدف آن ایجاد جهش و بهبود و اصلاح برخی صفات یاد شده در بامیه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور القای تغییرات در بامیه آزمایش فاکتوریلی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری طراحی و اجرا گردید. به‌همین منظور بذور بامیه محلی کشت شده در شهرستان بابل (عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی) جمع‌آوری و توسط کارشناس گیاه‌شناسی دانشگاه شناسایی شد. بذور به‌مدت ۱۸ ساعت در دمای اتاق و آب مقطر خیس‌انداده شدند. سپس بذور جهت القای جهش تحت اثر موتازن EMS با غلظت‌های ۰/۱۷۵٪، ۰/۳۵۰٪ و ۰/۵۲۵٪ (میلی‌لیتر EMS در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر) به مدت ۱۸ و ۲۴ ساعت (در بافر فسفات با pH=۷ و در دمای آزمایشگاه حدود ۲۴ درجه سانتی‌گراد) روی شیکر با رعایت تنظیم pH در اتاقک مخصوص قرار داده شدند. بذور تیمار شده در کنار بذور شاهد (خیس‌انداده شده تنها در آب دو بار تقطیر به مدت ۱۸ و ۲۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه و در داخل خاک کشت داده شدند. عملیات زراعی لازم، نظیر آبیاری، کودپاشی، وجین، مبارزه با آفات و بیماری‌ها طبق عرف منطقه تا مرحله برداشت انجام گرفت. صفات مختلفی از جمله ارتفاع گیاه (به سانتی‌متر)، تعداد غلاف در هر گیاه، طول غلاف (به سانتی‌متر)، قطر غلاف (میلی‌متر)، ضخامت ساقه (میلی‌متر)، تعداد دانه در هر غلاف، وزن غلاف (گرم)، تعداد لوکیول^۱ و وزن ۱۰۰ دانه (گرم) بر اساس روش سینگ و همکاران (۳۱) اندازه‌گیری و ثبت شدند. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات (جدول ۱) نشان داد که اثر غلظت EMS برای صفات ارتفاع گیاه، قطر غلاف، ضخامت ساقه، وزن ۱۰۰ دانه در سطح احتمال $P \leq 0.01$ و برای صفات تعداد دانه در هر غلاف، وزن غلاف و تعداد لوکیول در سطح احتمال $P \leq 0.05$ معنی‌دار می‌باشد. همچنین اثر مدت زمان تیمار برای صفات ارتفاع گیاه، طول غلاف، قطر غلاف و تعداد لوکیول در سطح احتمال $P \leq 0.05$ معنی‌دار بود. مقایسات میانگین اثر غلظت‌های موتازن EMS (شکل ۱) برای صفات ارتفاع گیاه،

اخیر خاصیت ضد زخم معده (۳)، ضد میکروبی (۶) و ضد سرطانی (۳۷،۳۶،۲۸) برای گیاه بامیه گزارش شده تغذیه‌ای بالا می‌باشد (۲۰). با توجه به مطالب بیان شده لزوم اجرای برنامه‌های اصلاحی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بامیه بیش از پیش آشکار می‌شود. یکی از مشکلات پیشرو در اصلاح بامیه محدود بودن خزانه ژنتیکی آن و در نتیجه کمبود تنوع برای گزینش می‌باشد.

جهش به‌عنوان منبع تنوع، تنوع طبیعی موجود را تکمیل کرده و در بخشی از فرآیند دو قسمتی تکامل که شامل تنوع و انتخاب می‌باشد سهیم می‌گردد (۴). القای جهش به‌عنوان ابزاری مهم برای بهبود صفات خاص در ژرم‌پلاسما موجود ایجاد شده است. بدون شک نقش اصلاح موتاسیونی در افزایش تنوع ژنتیکی برای صفات مورد نظر در گیاهان زراعی مختلف توسط شماری از دانشمندان ثابت شده است (۳۳،۲۳،۱۵،۱۴،۱). عوامل مختلفی از جمله خواص عوامل جهش‌زا، مدت زمان تیمار، pH قبل و بعد از تیمار، درجه حرارت، غلظت اکسیژن و غیره اثر جهش‌زا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. القای جهش با استفاده از جهش‌زاهای فیزیکی و شیمیایی ایجاد می‌شود. از این بین جهش‌زاهای شیمیایی از آنجایی که برای استفاده بسیار آسان هستند، هیچ‌گونه تجهیزات تخصصی برای اعمال نیاز ندارند و می‌توانند فراوانی جهش بسیار بالایی فراهم نمایند، محبوبیت بسیاری به‌دست آورده‌اند. در مقایسه با جهش‌زاهای فیزیکی، مواد جهش‌زای شیمیایی باعث بروز تغییرات در تک جفت باز (bp)، یا چند شکلی تک نوکلئوتیدی (SNPها) می‌شوند، چرا که معمولاً به جای حذف و جابه‌جایی به آنها اشاره می‌شود (۳۰).

مواد جهش‌زا، امروزه EMS^۲ (اتیل متان سولفونات) به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. EMS به‌طور انتخابی بازهای گوانین را آلکیله می‌کند که موجب می‌شود در طی همانندسازی، DNA پلی‌مراز بازهای تیمین را به‌جای بازهای سیتوزین جهت جایگزینی در مقابل O-6-ethyl guanine ترجیح دهد، که این منجر به یک جهش نقطه‌ای تصادفی می‌شود. اکثریت تغییرات در جمعیت‌های جهش یافته با EMS انتقال جفت بازهای GC به AT می‌باشد (۳۵،۳۴). جهش در نواحی کدکننده می‌تواند خاموشی، بی‌معنی^۳ یا نامفهوم^۴ باشد. در نواحی نامفهوم جهش‌ها می‌توانند توالی‌های پروموتور یا دیگر نواحی تنظیم‌کننده را تغییر دهند و در نتیجه موجب مهار یا فعال‌سازی رونویسی ژن شوند. پیرایش نابجای mRNA، mRNA با پایداری تغییر یافته و تغییرات در ترجمه پروتئین نیز ممکن است به‌عنوان نتیجه‌ای از جهش‌زایی رخ دهد (۳۰). بنابراین در این مطالعه تأثیر غلظت‌های اتیل متان سولفونات (EMS) بر ویژگی‌های مورفولوژیکی بامیه در

1- Single-nucleotide polymorphisms

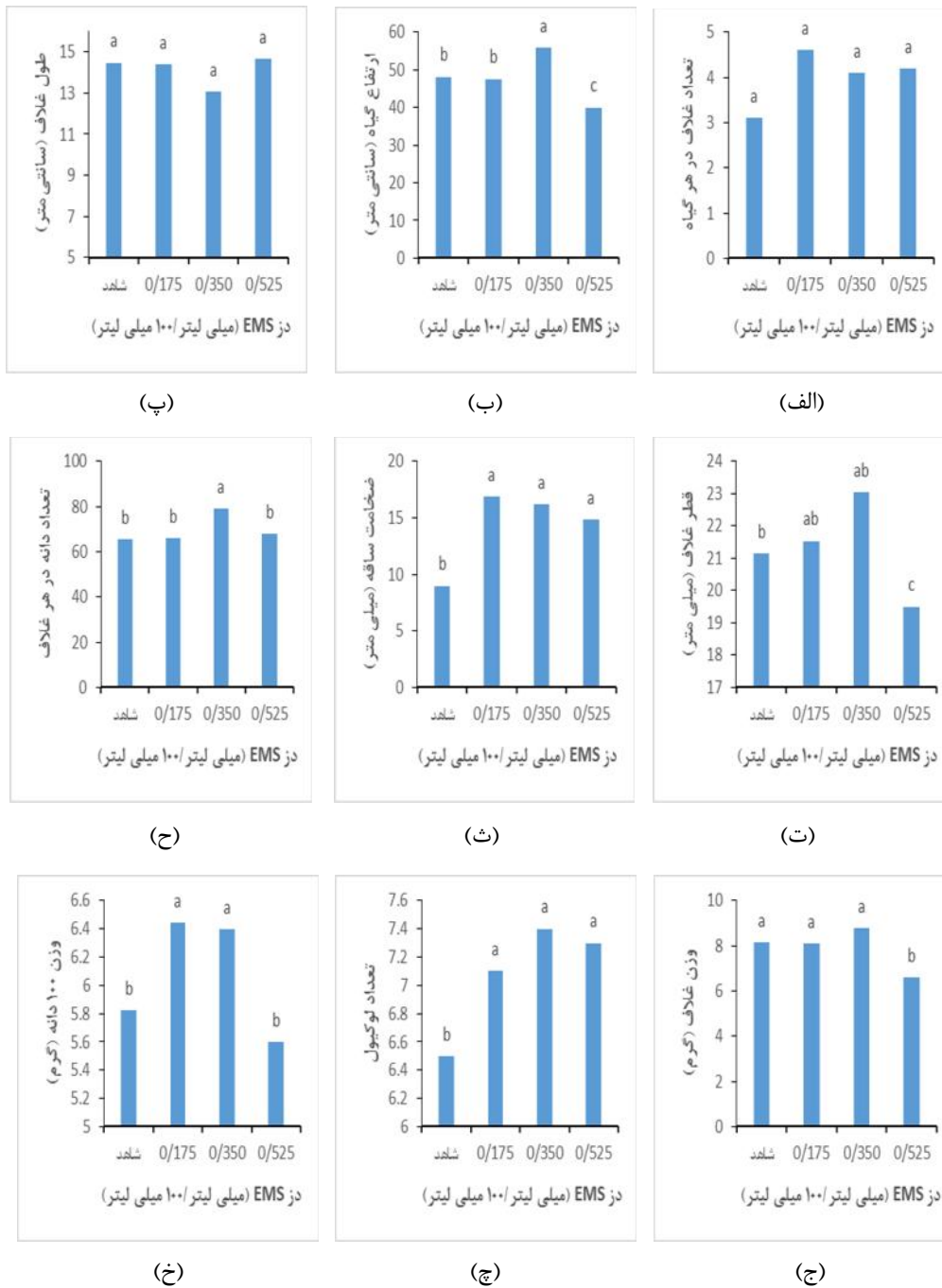
2- Ethyl methane sulfonate

3- Missense

4- Nonsense

5- Locule

ضخامت ساقه، تعداد دانه در هر غلاف، تعداد لوکیول و داد. وزن صد دانه در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌دار نشان



شکل ۱- مقایسات میانگین غلظت‌های مختلف موتازن شیمیایی EMS روی صفات: الف) ارتفاع گیاه، ب) تعداد غلاف در هر گیاه، پ) طول غلاف، ت) قطر غلاف، ث) ضخامت ساقه، ج) تعداد دانه در هر غلاف، چ) وزن غلاف، ح) تعداد لوکیول، خ) وزن ۱۰۰ دانه بر حسب دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر توامان غلظت EMS و مدت زمان تیمار برای صفات مورد مطالعه در بامیه

میانگین مربعات										
وزن ۱۰۰ دانه	تعداد لوکیول	وزن غلاف	تعداد دانه در هر غلاف	ضخامت ساقه	قطر غلاف	طول غلاف	تعداد غلاف در هر گیاه	ارتفاع گیاه	برجه آزادی	مدت زمان تیمار
۱/۷۶*	۱/۶۲۵	۸/۷۹۵	۳۹۹/۹*	۱۳۰/۳۸۲*	۲۱/۱۶۹*	۵/۲۱۷	۴/۰۶۷	۴۱۶/۶۵۴*	۳	غلظت EMS
۰/۰۱۳	۰/۰۲۵	۰/۱۰۱	۵۷۷/۶*	۲/۱۷۲	۱۳/۱۱*	۱۵/۸۷۶*	۱۰/۰۰	۲۶۰/۶۱*	۱	مدت زمان تیمار
۰/۲۵۳	۰/۷۵۸	۰/۴۴۱	۱۵۵/۲۶۷	۲۳/۳۳۱	۴/۳۷۶	۲/۰۸۱	۶/۴۶۷	۱۳۹/۵۶	۳	غلظت × مدت
۰/۲۵۹	۰/۴۸۸	۲/۵۷۳	۱۳۲/۱۲۵	۱۱/۹۳۴	۳/۰۹۴	۲/۷۱۵	۳/۰۷۵	۶۰/۸۸	۳۲	زمان تیمار
										اشتباه

** *: به ترتیب معنی دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد.

صفات ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در هر گیاه، طول غلاف، قطر غلاف، ضخامت ساقه، تعداد لوکیول، تعداد دانه در هر غلاف و وزن ۱۰۰ دانه به ترتیب در غلظت‌های ۰/۳۵۰-۱۸، ۰/۳۵۰-۱۸، ۰/۵۲۵-۲۴، ۰/۱۷۵-۱۸، ۰/۳۵۰-۱۸، ۰/۳۵۰-۱۸، ۰/۳۵۰-۲۴ و ۰/۳۵۰-۱۸، ۰/۳۵۰-۲۴ (ساعت-درصد) مشاهده شد. از طرف دیگر کمترین مقادیر برای صفات یاد شده به ترتیب در تیمارهای ۰/۵۲۵-۲۴، ۰/۵۲۵-۲۴، ۰/۳۵۰-۲۴، ۰/۳۵۰-۲۴ و ۰/۵۲۵-۱۸، ۰/۵۲۵-۲۴، شاهد، شاهد، ۰/۵۲۵-۱۸ و ۰/۵۲۵-۱۸ (ساعت-درصد) بدست آمد.

این افزایش برای صفات ارتفاع گیاه و تعداد دانه در هر غلاف در سطح ۰/۳۵۰ درصد، برای صفت وزن ۱۰۰ دانه در دو غلظت ۰/۳۵۰ و ۰/۱۷۵ درصد و برای صفات ضخامت ساقه و تعداد لوکیول در تمامی غلظت‌ها بدست آمد. از طرف دیگر صفات ارتفاع گیاه، قطر غلاف و وزن غلاف در غلظت ۰/۵۲۵ نسبت به شاهد کاهش معنی دار نشان دادند.

مقایسات میانگین اثر توامان غلظت‌های EMS و مدت زمان اعمال تیمار (جدول ۲) برای تمامی صفات به غیر از وزن غلاف حداقل در یکی از تیمارها نسبت به شاهد تفاوت معنی دار نشان داد. بیشترین مقادیر برای

جدول ۲- میانگین برهمکنش اثر غلظت‌های EMS و زمان تیمار روی بامیه در صفات مورد مطالعه

وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	تعداد لوکیول	وزن غلاف (گرم)	تعداد دانه در هر غلاف	ضخامت ساقه (میلی متر)	قطر غلاف (میلی متر)	طول غلاف (سانتی متر)	تعداد غلاف در هر گیاه	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	غلظت EMS (میلی لیتر/۱۰۰ میلی لیتر)	زمان تیمار (ساعت)
۵/۸۹ ^{ab}	۶/۶ ^{ab}	۸/۱۱ ^{ab}	۶۵/۶ ^b	۸/۸۵ ^c	۲۱/۱۷ ^{bcd}	۱۴/۵ ^a	۳/۲ ^{ab}	۴۷ ^{bc}	شاهد	
۶/۲۷ ^{ad}	۶/۸ ^{ad}	۷/۹۳ ^{ad}	۶۷/۲ ^d	۱۵/۲۳ ^{ad}	۲۲/۸۶ ^{ab}	۱۵/۳۸ ^a	۴/۳ ^{ad}	۴۸/۸۲ ^d	۰/۱۷۵	۱۸
۶/۶ ^a	۷/۲ ^{ab}	۸/۸۸ ^a	۸۷/۶ ^a	۱۶/۸۲ ^{ab}	۲۳/۹۶ ^a	۱۴/۰۶ ^{ab}	۵ ^{ab}	۶۳/۵ ^a	۰/۳۵۰	
۵/۵۷ ^b	۷/۶ ^a	۶/۹۱ ^{ab}	۷۳/۴ ^{ab}	۱۶/۸۴ ^{ab}	۱۹/۵۰ ^d	۱۵/۱۸ ^a	۵/۶ ^a	۴۲/۶ ^{bc}	۰/۵۲۵	
۵/۷۶ ^d	۶/۴ ^d	۸/۱۹ ^{ab}	۶۵/۴ ^d	۸/۹۸ ^c	۲۱/۱۰ ^{bcd}	۱۴/۴۴ ^{ab}	۳ ^b	۴۹/۴ ^d	شاهد	
۶/۶۲ ^a	۷/۴ ^{ad}	۸/۲۷ ^{ad}	۶۵ ^d	۱۸/۶۱ ^a	۲۰/۲۱ ^{cd}	۱۳/۴ ^{ad}	۵ ^{ad}	۴۶/۴ ^{bc}	۰/۱۷۵	۲۴
۶/۱۹ ^{ab}	۷/۶ ^a	۸/۷۱ ^a	۷۰/۴ ^d	۱۵/۵۸ ^{ab}	۲۲/۱۲ ^{abc}	۱۲/۱ ^d	۳/۲ ^{ab}	۴۸/۱ ^{bc}	۰/۳۵۰	
۵/۶۲ ^d	۷ ^{ad}	۶/۲۶ ^d	۶۲/۶ ^d	۱۲/۸۶ ^{bc}	۱۹/۵۰ ^d	۱۴/۱۴ ^{ab}	۲/۸ ^d	۳۷/۵ ^c	۰/۵۲۵	

نکته: بنا بر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در هر ستون حروف مشابه نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی دار (در سطح احتمال ۰/۰۵) بین میانگین‌ها می‌باشد.

که ممکن است به صورت ژنتیکی و یا فیزیولوژیکی باشد و همچنین به دلیل عدم ثبات این گونه تغییرات صرفاً به دنبال راهیابی و دست‌یابی به صفاتی هستند که باعث تغییر می‌گردند و همچنین می‌توانند به دنبال صفاتی باشند که به صورت غالب بروز می‌کنند. در نخستین گزارشات یاشویر (۴۰) اعلام کرد که اعمال تیمار EMS با غلظت بالا (۱٪) به مدت‌های زمانی ۶، ۱۲ و ۱۸ ساعت باعث کاهش معنی دار ارتفاع در گیاه بامیه نسب به شاهد می‌شود. مطابق با نتایج این تحقیق، سینگ و

در مجموع نتایج به دست آمده نشان داد که غلظت‌های پایین موتازن می‌تواند موجب افزایش اندازه‌های صفات مورد مطالعه در بامیه شود اما با بالا رفتن غلظت موتازن کاهش قابل توجهی در مقایسه با شاهد در صفات یاد شده به وجود می‌آید که مشابه با گزارش‌های قبلی بودند. البته کاهش در دزهای بالا ممکن است بر اثر مسمومیت باشد و ارتباطی به خصوصیت موتازنی نداشته باشد. ضمناً لازم به توضیح است محققین با توجه به تأثیر موتازن‌ها روی نسل اول

۴۰۰ Gy افزایش و در مقابل در غلظت بالاتر ۵۰۰ Gy کاهش نشان دادند. همچنین صفت تعداد لوکیول در تمامی غلظت‌ها نسبت به شاهد افزایش نشان داد. این گزارشات نیز توسط پژوهش ما تأیید می‌شود. با این حال تحقیقات جگاجاناتام و همکاران (۱۲) با نتایج ما مطابقت ندارد. این محققین، تأثیر غلظت‌های EMS در محدوده ۵۰-۳۰ میلی‌مولار (برابر با ۰/۵۴۲-۰/۳۲۵ درصد) را روی خصوصیات مورفولوژیک بامیه (از جمله تعداد غلاف، طول غلاف، وزن غلاف و وزن ۱۰۰ دانه) مورد بررسی قرار دادند و اعلام کردند که صفات مورد بررسی در مقایسه با شاهد در تمامی غلظت‌ها با کاهش همراه بوده اند. البته در نتایج همین تحقیق کاهش چشمگیر در غلظت‌های بالا (۰/۵۴۲ و ۰/۴۸۸) دیده می‌شد و کاهش نسبت به شاهد در سایر غلظت‌ها اندک و قابل چشم پوشی به نظر می‌رسید.

همان‌طور که سینگ و همکاران (۳۲،۳۱) گزارش دادند، بیشتر محدوده تغییرات در صفات ناشی از وقوع جهش‌های پلی ژنی با فروانی برابر در جهت‌های مثبت و منفی می‌باشد. به نظر می‌رسد که تیمارهای جهش‌زایی در القای جهش در صفات مورد نظر بسیار مؤثر بودند که این به خوبی با مطالعات قبلی صورت گرفته توسط شارما و همکاران (۲۹)، کولکارنی و همکاران (۱۶) و جدهو و همکاران (۱۱،۱۰) مطابقت دارد. به‌طور کلی اعمال موتاژن شیمیایی اتیل متان سولفونات (EMS) باعث ایجاد تنوع در صفات مورد مطالعه شد. این جهش‌ها و تنوع ناشی از آنها می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی بامیه مفید و با ارزش باشند.

همکاران (۳۲،۳۱) نشان دادند که در بامیه غلظت‌های پایین موتاژن‌ها (برای مثال ۳۰ و ۱۵ اشعه گاما و ۰/۲۵ درصد EMS) ارتفاع گیاه و تعداد غلاف در هر گیاه را افزایش می‌دهد. همچنین این محققین کاهش معنی‌دار برای تعداد بذر در هر غلاف در ۴۵، ۳۰ و ۶۰ اشعه گاما و ۰/۷۵، ۰/۵۰ و ۱/۰۰ درصد EMS گزارش کردند. وُرقت و همکاران (۳۸) در پژوهشی اثر موتاژن سدیم آزاید و اشعه گاما را بر صفات مورفولوژیک گیاه بامیه معطر (*Abelmoschus moschatus*) بررسی کردند. آنها گزارش دادند که ارتفاع گیاه در غلظت ۰/۱۵٪ سدیم آزاید در مقایسه با شاهد افزایش داشت اما با افزایش غلظت به ۰/۲۰٪ کاهش ارتفاع بدست آمد. همچنین تعداد غلاف در هر گیاه در غلظت‌های ۰/۱۵٪ و ۰/۲۰٪ سدیم آزاید افزایش نشان داد. از طرف دیگر در اشعه‌های بالای گاما نیز (۶۰ و ۸۰) ارتفاع کاهش یافت. مشابه با یافته‌های این تحقیق، جدهو و همکاران (۱۰) نشان دادند که ارتفاع گیاه بامیه در اثر تیمار EMS در غلظت ۰/۴٪ به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش و تعداد دانه در هر غلاف و طول غلاف آن در غلظت ۰/۱٪ نسبت به شاهد کاهش داشت. این محققین همچنین در اثر اشعه گاما برای صفات ارتفاع، طول غلاف و تعداد دانه در غلاف بامیه به‌ترتیب در غلظت‌های ۳۰، ۳۰، ۴۵ و ۴۵ افزایش و در غلظت‌های ۳۰، ۴۰، ۶۰ و ۶۰ کاهش معنی‌دار مشاهده کردند. در آزمایشی دیگر پوشپاراجان و همکاران (۲۷) گزارش کردند که بر اثر اعمال اشعه گاما روی بامیه صفات ارتفاع گیاه، تعداد غلاف در هر گیاه، طول غلاف، وزن غلاف، تعداد دانه در هر غلاف و وزن ۱۰۰ دانه در غلظت

منابع

1. Adamu, A.K. and H. Aliyu. 2007. Morphological effects of sodium azide on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Science World Journal. 2: 9-12.
2. Anwar, F., U. Rashid, M. Ashraf and M. Nadeem. 2009. Okra (*Hibiscus esculentus*) seed oil for biodiesel production. Applied Energy. 87: 779-785.
3. Atodariya, U., S. Upadhyay and U. Upadhyay. 2013. Anti-ulcer activity of Okra mucilage. International Journal of Phytopharmacy Research. 4: 34-39.
4. Brock, R.D. 1979. Prospects and Perspectives in mutation breeding. Basic Life Sciences. 8: 32-117.
5. Calisir, S., M. Ozcan, H. Haciseferogullari and M.U. Yidiz. 2005. A study on some physico-chemical properties of Turkey okra (*Hibiscus esculenta* L.) seeds. Journal of Food Engineering. 68: 73-78.
6. De Carvalho, C., P. Cruz, M. Da Fonseca and L. Xavier-Filho. 2011. Antibacterial properties of the extract of *Abelmoschus esculentus*. Biotechnology and Bioprocess Engineering. 16: 971-977.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAOSTAT database (FAOSTAT, 2013), available at <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>.
8. Grubben, G.J.H. 1977. Tropical vegetables and their genetic resources. International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy. 197 pp.
9. Hamon, S. and D.H. Van Sloten. 1995. Okra. In: Smartt, J. and N.W. Simmond (eds.) Evolution of Crop Plants. 350-357 pp., Longman, London, UK.
10. Jadhav, P.A., H.V. Kalpande, S.K. Arbad and A.R. Mali. 2013. Induced mutagenesis in okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] by gamma rays and ethyl methane sulphonate. Vegetable Science. 40: 223-224.
11. Jadhav, P.A., H.V. Kalpande, M.N. Kathale and G.P. Dahale. 2012. Effect of gamma rays and ethyl methane sulphonate on germination, pollen viability and survival of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. Journal of Crop and Weed. 8: 130-131.

12. Jagajantham, N., D. Dhanavel, S. Gnanamurthy and P. Pavadai. 2013. Induced on chemical mutagens in Bhendi, *Abelmoschus esculentus* L. moench. International Journal of Current Science. 5: 133-137.
13. Jagajantham, N., D. Dhanavel, P. Pavadai and A.A. Chidambaram. 2012. Growth and yield parameters using gamma rays in bhendi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) var. arka anamika. International Journal of Research in Plant Science. 2: 56-58.
14. Khan, S. and S. Goyal. 2009. Improvement of mungbean varieties through induced mutations. African Journal of Plant Science. 3: 174-180.
15. Kozgar, M.I., S. Goyal and S. Khan. 2011. EMS induced mutational variability in *Vigna radiata* and *Vigna mungo*. Research Journal of Botany, 6: 31-37.
16. Kulkarni, U.B. and Y.S. Nerkar. 1992. 'Parbhani Tillu' an induced bhendi mutant suitable for fruit processing. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. 17: 34-38.
17. Martin, F.W. 1983. Natural outcrossing of okra in Puerto Rico. Journal of Agriculture of University of Puerto. 67: 50-52.
18. Mays, D.A., W. Buchanan, B.N. Bradford and P.M. Giodano. 1990. Fuel production of several agricultural crops. In: Janick, J. and J.E. Simon (eds.) Advances in New Crops. 260-263 pp., Timber Press, Portland, USA.
19. Micke, A. 1988. Genetic improvement of grain legumes using induced mutations: an overview. In: IAEA (ed) Improvement of Grain Legume Production Using Induced Mutations. 1-51 pp., IAEA, Vienna, Austria.
20. Miller, J.C., W.F. Wilson, M. Meadows and T. Hernandez. 1949. Growing okra seed for its oil. Chemurgic Digest. 8: 22-24.
21. Mishra, M.N., H. Qadri and S. Mishra. 2007. Macro and micro mutations, in gamma-rays induced M2 populations of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). International Research Journal of Plant Science. 2: 44-47.
22. Monte, L.G. T. Santi-Gadelha, L.B. Reis, E. Braganhol, R.F. Prietsch, O.A. Dellagostin, R.R. E Lacerda, C.A.A. Gadelha, F.R. Conceicao and L.S. Pinto. 2013. Lectin of *Abelmoschus esculentus* (okra) promotes selective antitumor effects in human breast cancer cells. Biotechnology Letters. 36: 461-469.
23. Mostafa, G.G. 2011. Effect of sodium azide on the growth and variability induction in *Helianthus annuus* L. International Journal of Plant Breeding and Genetics. 5: 76-85.
24. NARP. 1993. National Agricultural Research Project, Horticultural crops. vol. 3, July 1993. NARP, CSIR, Accra, Ghana.
25. Norman, J.C. 1992. Tropical Vegetable Crops. Arthur H. Stockwell Ltd., Devon, UK, 252 pp.
26. Purselove, J.W. 1974. Tropical Crops: Dicotyledons. Combined vol. 1&2, Longman, London, UK, 719 pp.
27. Pushparajan, G., S. Surendran and M.K. Harinarayanan. 2014. Effect of gamma rays on yield attributing characters of Okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. International Journal of Advanced Research, 2: 535-540.
28. Sengkhamparn, N., E.J. Bakx, R. Verhoef, H.A. Schols, T. Sajjaanantakul and A.G.J. Voragen. 2009. Okra pectin contains an unusual substitution of its rhamnosyl residues with acetyl and alpha-linked galactosyl groups. Carbohydrate Research. 344: 1842-1851.
29. Sharma, B.R. and Arora S.K. 1991. Mutation breeding in okra. In: Indian Society of Genetics and Plant Breeding (ed.) Golden Jubilee Symposium on Genetic Research and Education: Current Trends and the Next Fifty Years. 734 p., Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India.
30. Sikora, P., A. Chawade, M. Larsson, J. Olsson and O. Olsson. 2011. Mutagenesis as a Tool in Plant Genetics, Functional Genomics, and Breeding. International Journal of Plant Genomics. 2011: 1-13.
31. Singh, A.K. and K.P. Singh. 1998. Induced morphological mutations in okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] by gamma rays and EMS. Vegetable Science. 25: 63-67.
32. Singh, A.K. and K.P. Singh. 2002. Induced mutation in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) by gamma rays and ethyl methane sulphonate. Vegetable Science. 29: 30-33.
33. Tah, P.R. 2006. Induced macromutation in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). International Journal of Botany. 2: 219-228.
34. Till, B.J., J. Cooper, T.H. Tai, P. Colowit, E.A. Greene, S. Henikoff and L. Comai. 2007. Discovery of chemically induced mutations in rice by TILLING. BMC Plant Biology. 7: 19.
35. Till, B.J., S.H. Reynolds, C. Weil, N. Springer, C. Burtner, K. Young, E. Bowers, C.A. Codomo, L.C. Enns, A.R. Odden, E.A. Greene, L. Comai and S. Henikoff. 2004. Discovery of induced point mutations in maize genes by TILLING. BMC Plant Biology. 4: 12.
36. Tseng, M., R.A. Breslow, R.F. DeVellis and R. Ziegler. 2004. Dietary Patterns and Prostate Cancer Risk in the National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiological Follow-up Study Cohort. Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention. 13: 71-77.
37. Vayssade, M., N. Sengkhamparn, R. Verhoef, C. Delaigue, O. Goundiam, P. Vigneron, A.G.J. Voragen, H.A. Schols and M. Nagel. 2010. Antiproliferative and proapoptotic actions of okra pectin on B16F10 melanoma cells. Phytotherapy Research. 24: 982-989.
38. Warghat, A.R., N.H. Rampure and P. Wagh. 2011. Effect of sodium azide and gamma rays treatments on percentage germination, survival, morphological variation and chlorophyll mutation in musk okra (*Abelmoschus moschatus* L.). International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 3: 483-486.
39. Woodroof, J.G. 1927. Okra. Georgia Experiment Station Bulletin. 145: 164-185.
40. Yashvir. 1975. Induced quantitative mutations in okra (*Abelmoschus esculentus* Moench). Proceedings of the Indian Academy of Sciences. 81: 181-185.

Evaluation of Morphological Variation in Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Induced by Ethyl Methane Sulfonate

Mohammad Amin Baghery¹ and Seyed Kamal Kazemitabar²

1-M.Sc. Student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: cj.mabg@gmail.com)

2- Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: November 15, 2014 Accepted: January 5, 2015

Abstract

Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) is the only vegetable crop of significance among *Malvaceae* family and is commonly cultivated in tropical and subtropical regions of the world. Mutation induction has been accepted as a useful tool in plant breeding programs to provide maximum inheritable variability. To investigate the effects of Ethyl Methane Sulfonate (EMS) on variation induction on agronomic traits of okra, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with four replications at three EMS concentration levels (0.175%, 0.350% and 0.525%) and two time period (18 and 24 h). In the M₁ generation, agronomic traits were recorded including plant height, pod number/plant, pod length, pod diameter, stem thickness, seed number/pod, pod weight, number of locules and 100 seed weight. Analysis of variance showed that EMS concentrations were significant at the 5% level for seed number/pod and pod weight, number of locules and were significant for plant height, pod diameter, stem thickness and 100 seed weight at the 1% probability level. The treatment duration was significant ($P \leq 0.05$) for plant height, pod length, pod diameter and seed number/pod. Due to the used doses, application of EMS lead to increase or decrease in plant height, pod number/plant, pod length, pod diameter, stem thickness, seed number/pod, pod weight, number of locules and 100 seed weight in okra. These results indicating that EMS could greatly affect the most studied characters in M₁ generation which it would increase the efficiency of breeding objectives.

Keywords: Ethyl Methane Sulfonate (EMS), M₁ generation, Okra (*Abelmoschus esculentus* L.), Variation