J. of Nuclear Sci. and Tech.
No. 40, pp. 41-46, 2007
Archive of SID
مجله علوم و فنون هسته‌ای
شماره ۴۰، صفحات ۴۶-۴۱، ۱۳۸۶

ایجاد تنوع ژنتیکی به وسیله تابش پرتو گاما بر روی جوانه‌های نارس بنه زعفران

سیدجلال رستگاری*[۱]، سیروس ودادی[۱]، سیدمحمود غفاری[۲]

۱- پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۴۹۸-۳۱۴۸۵، کرج-ایران
۲- مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران- ایران

چکیده: در این طرح پژوهشی از ۵ سطح وزنی ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ گرمی بنه زعفران و پنج سطح ۰، ۲/۵، ۵، ۷/۵، ۱۰ گری پرتو گاما استفاده شد. پس از تکمیل اطلاعات سال اول تحقیق، با استفاده از تجزیه واریانس وضعیت بوته‌های سبز شده، طول گلپوشها و طول کلاله‌ها در مورد بنه‌های شاهد و تیمار شده، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از نظر آماری با انتخاب سطح معنی‌دار، ۵٪ سطوح مختلف وزن پیازها و سطوح مختلف پرتودهی گاما به بوته‌های سبز شده و طول گلپوش‌ها و کلاله‌ها تأثیر معنی‌داری نداشتند. بررسی کروموزوم‌ها در تقسیم میتوزی انتهای ریشه نشان داد که ناهنجاریهای کروموزومی در تیمارهای مربوط به بنه‌های ۸ و ۱۰ گرمی و در سطح ۷/۵ و ۱۰ گری تابش پرتو گاما به وفور دیده می‌شوند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که پرتوتابی بیش از ۱۰ گری باعث توقف جوانه‌زنی در این گیاه می‌شود و بهترین دُز پرتوتابی از ۵ تا۱۰ گری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *زعفران، موتاسیون، پرتو گاما، تنوع ژنتیکی*

Causing Mutagenesis Through the Gamma Rays Upon the Saffron Immature Corm Buds

J. Rastegari*[1], S. Vedadi[1], M. Ghafari[2]

1- Agricultural, Medical and Industrial Research School, Science and Technology Research Instiute, AEOI, P.O.Box: 31485-498, Karaj-Iran
2- Center Research IBB, Tehran University, Tehran-Iran

Abstract: In this research five levels of Saffron Corm weights (6-8-10-12 and 14 grams) and five dose of gamma radiation (0-2.5-5-7.5 and 10 GY) were used. There were 25 treatments with 4 replication. The statistical analysis were conducted on petiole and stigma length on both the irradiated and the controlled. There were no significant difference at 5% level and weight of Saffron Corms and the irradiation does on the petiole and stigma length. The chromosomal studies on the root tip showed the chromosome abnormality in corm weight of 8 and 10 grams and the doses of 7.5 and 10 GY. It can be concluded that irradiation of more than10 GY will cause abnormality and stops the emergence of Saffron. The best does of irradiation was found to be 5-10 GY.

Keywords: *Saffron, Mutation, Gamma Ray, Genetic Variation*

*email: jrastegari@nrcam.org
تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۶/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۵/۸/۱۴

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

زعفران با نام علمی Crocus sativus L به خانواده زنبقیان[۱] تعلق دارد. بیش از ۱۰۰ نوع زعفران در جنس Crocus وجود دارد که تنها گونه زراعی محسوب می‌شود [۱]. کشت زعفران از گذشته‌های دور، در بسیاری از نقاط فلات مرکزی ایران معمول بوده بطوریکه عده‌ای از محققان، خواستگاه زعفران را ایالت قدیم ماد می‌دانند. در عصر هخامنشیان برای ساختن انواع عطرها و روغن های معطر، و همچنین در تهیه نوعی نان از زعفران استفاده می‌کردند؛ در دوره پارتها نیز یکی از اقلام صادراتی ایران به روم محسوب می‌شد [۲]. قسمت قابل استفاده زعفران کلاله‌های آن است که صرف نظر از مصرف ادویه‌ای به عنوان گیاهی داروئی نیز بکار می‌رود.

بر اساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت زعفران در ۱۰ سال گذشته زراعی از ۱۲۰۷۷ هکتار به ۳۰۳۷۶ هکتار و تولید سالیانه آن از ۵/۷ تن به ۱۳ تن افزایش یافته است. اما میزان عملکرد در هکتار از ۴/۸ به۳ /۴ کیلوگرم تقلیل یافته است. زراعت زعفران در طی سال‌های اخیر از مرزهای خراسان جنوبی (منطقه‌ای که قبلاً قهستان نامیده می‌شد) گذشته و در استان‌های تهران، سمنان، فارس، کرمان، مرکزی و یزد نیز کشت می‌شود. با توجه به اینکه ۶۰٪ تولید جهانی زعفران مربوط به کشور ایران است، هر کوششی که میزان تولید این گیاه را افزایش دهد کمک ارزشمند به مردم جنوب خراسان و سایر زعفران‌کاران کشور است. زعفران ایران علاوه بر اینکه از نظر کمی درصد بالایی از تولید جهانی را تشکیل می‌دهد از لحاظ کیفی نیز از مرغوبیت زیادی برخوردار است. کیفیت مطلوب زعفران ایران باعث شده است که بعضی از کشورها از جمله اسپانیا زعفران ایران را بصورت فله خریداری کرده و پس از بسته‌بندی مناسب، به نام خود به بازارهای بین المللی عرضه کند [۳].

عملکرد زعفران تحت شرایط مناسب و حاصل‌خیزی خاک سالیانه در کشور اسپانیا ۱۵ کیلوگرم، هند در شرایط آبی ۹کیلوگرم، درشرایط دیم ۲ تا ۳ کیلوگرم، در ایران به طور متوسط ۵/۴ کیلوگرم و در منطقهٔ clyde در نیوزیلند تحت شرایط خاص از ۱۸/۲ تا ۲۴/۳ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است [۴].

جهش سوماتیکی یک تغییر ژنتیکی است که به‌وسیله مواد جهش‌زا در یک یاخته یا مجموعه‌ای ازیاخته‌های یک بافت اتفاق می‌افتد و اگر در مراحل اولیه تقسیم یاخته‌ای از بین نرود ممکن است در یاخته‌های نسل آینده هم بروز کند [۵]. استفاده از مواد جهش‌زای فیزیکی و شیمیائی میزان جهش‌های سوماتیکی را تا چندین برابر افزایش می‌دهد. استفاده از این مواد به عنوان یک روش مناسب برای تولید تغییرات جزئی بدون برهم زدن کل ژنوم گیاه به کار می آید [۶]. Ghaffari در مطالعات خود به این نتیجه رسیده که زعفران در مرحلهٔ میوز و متافاز گامت‌هائی را ایجاد می‌کند که ممکن است بین ۱۶-۸ کروموزوم داشته باشند چنین وضعیتی موجب می‌شود، عده ای از یاخته‌ها دارای کروموزوم‌های نامتعادل باشند. با توجه به اتوتریپلوئید بودن زعفران و عدم ایجاد بذر، امکان تلقیح زعفران مزروعی با سایر زعفرانها منتفی است [۷]. اتوتریپلوئید بودن زعفران نه تنها موجب عقیمی این گیاه می‌شود بلکه عامل بازدارنده‌ای در مقابل به نژادی زعفران نیز محسوب می‌گردد. در تحقیق حاضر با استفاده از تابش پرتو گاما به منظور ایجاد تغییرات مطلوب در کیفیت و کمیت محصول بنه‌های زعفران، از تابش دُزهای مختلف گاما استفاده شد. پس از گل‌دهی گیاه، تغییرات مشاهده شده با روشهای آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روشها

۲-۱ القاء موتاسیون

بنه‌های زعفران به مقدار کافی به منظور انتخاب وزن‌های مختلف از بیرجند تهیه و به کرج منتقل گردید. در این تحقیق از پنج سطح وزنی بنه (عامل A) بر حسب گرم شامل: گرم ۶=A_1، گرم ۸=A_2، گرم ۱۰=A_3، گرم ۱۲=A_4 و گرم ۱۴=A_5 و پنج سطح پرتو گاما (عامل B) برحسب گری شامل: گری ۰=B_1، گری ۲/۵=B_2، گری ۵=B_3، گری ۷/۵=B_4و گری ۱۰=B_5 استفاده شد (دُزهای ۱۲ و ۱۴ گری به علت عدم جوانه‌زنی بنه‌ها از آزمایش حذف شدند). با این ترتیب، جمعاً ۲۵ تیمار در چهار تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. طبق رویه معمول قبل از پرتودهی، می‌بایست رطوبت نمونه گیاهی به حدود ۱۳درصد برسد تا شرایط مناسب برای پرتوگیری از چشمه Co^{60} فراهم شود. زیرا در صورت بالا بودن مقدار رطوبت، عمل یونیزاسیون آب شدت پیدا کرده و رادیکال‌های آزاد حاصل باعث

www.SID.ir

Archive of SID

آسیب‌های کروموزومی می‌گردند. نظر به اینکه رطوبت بنه‌های زعفران بین ۱۸تا۲۰ درصد بود، عمل رطوبت‌دهی صورت نگرفت و بنه‌های تهیه شده پس از تمیزکردن، به‌وسیله چشمه Co^{60} در پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی در معرض تابش گاما قرار گرفتند.

پس از آماده‌سازی زمین و پرتوتابی، بنه‌ها با فاصله ۴۰×۴۰ سانتی‌متر در زمینی به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع کاشته شدند. بعد از آبیاری و سایر مراقبت‌های لازم، در فصل گل‌دهی (از اول مهر ماه تا آخر آبان ماه) آمار برداری از تیمارهای مختلف به منظور مشاهده و مطالعه تغییرات حاصل و مقایسه با بنه‌های شاهد صورت گرفت.

۲-۲ مطالعات سیتوژنتیکی

به منظور بررسی اثرهای پرتو گاما بر ساختار و تعداد کروموزوم‌ها، تعدادی از این بنه‌های تیمار شده به آزمایشگاه سیتوژنتیک منتقل گردید. ریشه‌های حاصل از این بنه‌ها پس از پیش تیمار با کلشیسین ۰/۱ در صد به مدت ۳ ساعت، در فیکساتور کارنوی (۳ قسمت الکل اتیلیک و یک قسمت اسیداسیتیک) به مدت ۲۴ ساعت تثبیت شدند. سپس با استفاده از رنگ فولگن و استوکارمن، کروموزوم‌ها مورد مطالعه قرار گرفتند.

۳- مشاهدات و نتایج

۳-۱ بررسی اثرهای پرتو گاما بر طول گلپوش‌ها، کلاله‌ها و تعداد بوته‌های سبز شده

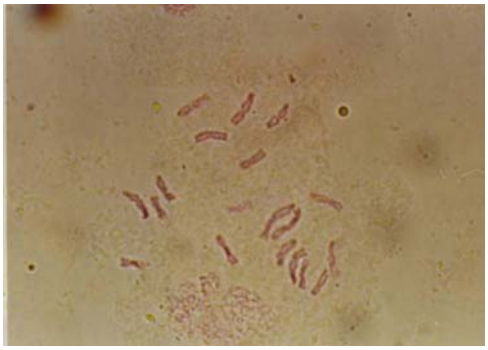
پس از کشت تیمارها (۲۵ تیمار در چهار تکرار)، همچنین کشت بنه‌های شاهد (بنه‌های بدون تیمار با اشعه گاما)، تعداد بنه‌های سبز شده شمارش و آماربرداری شدند. سپس به هنگام گلدهی، طول گلپوش و کلاله‌های هر ردیف به طور جداگانه اندازه‌گیری و از روی آنها میانگین طول گلپوش‌ها و کلاله‌ها حساب شد (جدول ۱). پس از تکمیل اطلاعات با استفاده از تجزیه واریانس وضعیت بوته‌های سبز شده، طول گلپوش‌ها و طول کلاله‌ها در مورد بنه‌های شاهد و تیمار شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از نظر آماری با انتخاب سطح معنی دار ۵٪ سطوح مختلف وزن بنه‌ها و سطوح مختلف پرتودهی گاما در بوته‌های سبز شده و طول گلپوش و کلاله‌ها تأثیر معنی‌داری نداشتند. اختلاف مختصر بین میانگین‌ها مربوط به عوامل تصادفی بود (جدول۲). رمضانی فاکتور موثر بر عملکرد را وزن زیاد بنه‌ها دانسته است[۸]. Rees و Negbi نیز کشت بنه‌های بزرگ را دلیل گلدهی بیشتر و افزایش تولید زعفران دانسته‌اند[۹ و ۱۰].

۳-۲ بررسی اثرهای پرتو گاما بر کروموزوم‌ها

بررسی کروموزوم‌ها در تقسیم میتوزی انتهای ریشه نشان داد که ناهنجاری‌های کروموزومی در تیمارهای مربوط به بنه‌های ۸ و ۱۰ گرمی و در سطح ۷/۵ و ۱۰ گری تابش پرتو گاما به وفور دیده می‌شوند. این ناهنجاری‌ها در مرحله متافاز میتوز به صورت کروموزوم‌های حلقوی[۲] و قطعات کروموزومی[۳] قابل مشاهده بودند (شکل‌های ۲ و ۳). همچنین در مرحله آنافاز پل‌های کروماتیدی[۴] از یک تا ۵ عدد مشاهده شد به طوری‌که میزان پل‌ها با کاهش میزان پرتوتابی کاهش پیدا می‌کرد. همچنین تعداد پل‌های کروماتیدی نسبت معکوس با وزن بنه‌ها داشت، به‌طوری که بنه‌های درشت‌تر دارای پل‌های کروماتیدی کمتری نسبت به بنه‌های ریز بودند. نظر به این که مشاهده پل های کروماتیدی در دزهای ۲/۵ و ۵ گری پرتو گاما، و درگیاهان شاهد (شکل ۱) بسیار کم بود از ذکر آمار آنها خودداری شده است.

۴- بحث

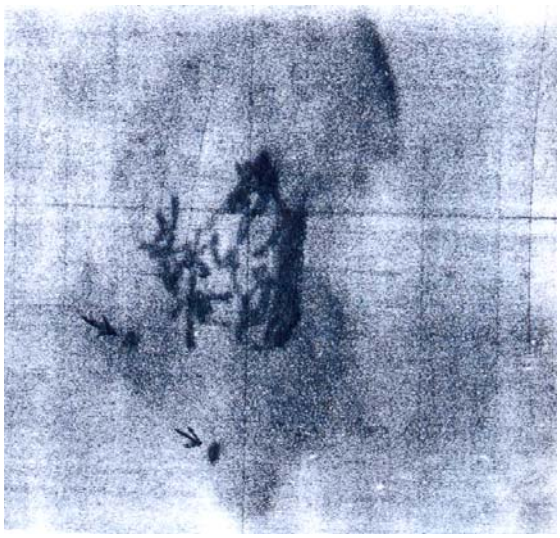
موتاسیون‌ها تغییرات ناگهانی ارثی هستند که اساس تنوع ژنتیکی و ماده خام تکامل را بوجود می‌آورند. وظیفه اصلاحگر تشخیص و استفاده از آنها در اصلاح نباتات است. اگر چه به طور کلی وفور نسبی موتاسیون‌ها اندک است، لیکن بطور دائم موتاسیون اتفاق می‌افتد و تراکم بعضی از آنها در جامعه



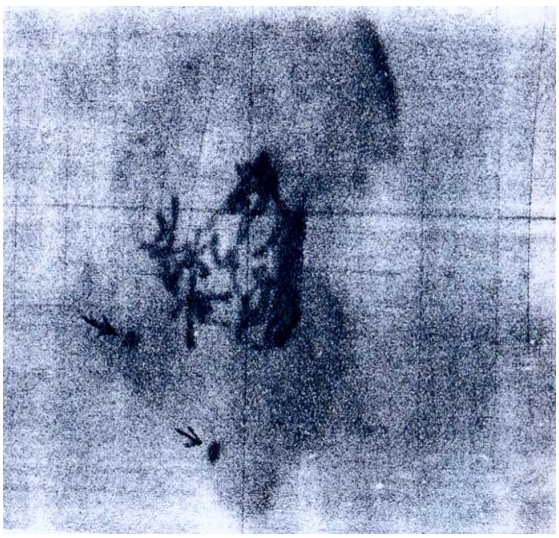
شکل ۱- نمونه شاهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مرحله متافاز میتوز قطعات کروموزومی.



شکل ۳- مرحله پروفاز میتوز، حلقه‌های کوچک کروموزومی.

جدول ۱- میانگین طول گل پوشها، کلاله‌ها و بنه‌های سبز شده.

تعداد بوته‌های سبز شده				پیازهای کشت‌شده	بوته‌های سبزشده	میانگین طول گلپوش	میانگین طول کاله
تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم	تکرار چهارم				
۲۴	۴۶	۸۰	۶۱	۲۰۰	۱۲۳	۳/۷۶	۲/۸۶
۰	۴۷	۷۹	۶۲	۱۶۴	۹۸	۳/۸۱	۲/۹
۴۹	۴۸	۷۸	۶۵	۲۰۰	۱۸۹	۳/۸۹	۳/۱۷
۴۵	۴۹	۷۷	۶۳	۲۰۰	۱۶۶	۳/۷۶	۲/۹۳
۴۳	۵۰	۷۶	۶۴	۱۵۹	۱۴۳	۳/۸	۲/۹۳
۲۶	۴۳	۸۶	۷۱	۲۰۰	۱۴۱	۳/۹۵	۳/۰۲
۵۰	۴۲	۹۰	۷۲	۲۰۰	۲۰۰	۳/۹۳	۲/۹۶
۱۱	۴۱	۸۹	۷۵	۲۰۰	۱۳۷	۳/۷۵	۳/۲۲
۵۰	۴۵	۸۸	۷۴	۲۰۰	۱۵۰	۳/۸۳	۲/۹۶
۴۰	۴۴	۸۷	۷۵	۱۵۸	۹۳	۳/۷۲	۲/۹۶
۱۲	۳۸	۹۸	۶۹	۲۰۰	۸۹	۳/۷۹	۲/۹۷
۴۷	۴۰	۹۹	۶۸	۲۰۰	۱۶۹	۳/۹۱	۳/۱۷
۰	۳۶	۱۰۰	۷۰	۲۰۰	۱۴۲	۳/۷۸	۳/۰۱
۲۶	۳۷	۹۷	۶۷	۲۰۰	۱۰۴	۳/۸	۳/۰۳
۴۸	۳۹	۹۶	۶۶	۲۰۰	۱۹۳	۳/۸۳	۳/۰۱
۲۶	۳۱	۹۲	۵۴	۲۰۰	۱۴۸	۳/۷۱	۲/۸۴
۵۰	۳۵	۹۳	۵۱	۲۰۰	۱۰۰	۳/۷۵	۲/۸۸
۴۹	۳۱	۹۱	۵۳	۲۰۰	۱۹۴	۳/۸۹	۳/۰۱
۴۵	۳۴	۹۵	۵۲	۲۰۰	۱۴۰	۳/۶۷	۲/۸۸
۲۵	۳۲	۹۴	۵۵	۶۰	۱۶۲	۳/۷۳	۲/۷۳
۴۵	۲۸	۸۱	۵۸	۲۰۰	۱۲۴	۳/۷۶	۲/۹۱
۳۸	۲۷	۸۲	۶۰	۲۰۰	۱۶۳	۳/۷۶	۲/۹۰
۲۵	۲۶	۸۳	۵۹	۲۰۰	۱۶۴	۳/۸۸	۲/۹۱
۴۹	۲۹	۸۴	۵۶	۲۰۰	۱۶۸	۳/۸۹	۲/۹۴
۰	۳۰	۸۵	۵۷	۱۵۰	۱۱۸	۳/۷۸	۳/۰۶

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- جدول تجزیه واریانس طول کلاله‌ها، طول گلپوش‌ها و بوته‌های سبز شده.

منابع Source of تغییرات variation	میانگین مربعات طول گلپوش‌ها	میانگین مربعات طول کلاله‌ها	میانگین مربعات بوته‌های سبزشده
A(عامل وزن)	0.191 ^{ns}	0.087 ^{ns}	18 ^{ns}
B(عامل اشعه)	0.386 ^{ns}	0.513 ^{ns}	258 ^{ns}
اثرهای متقابل	0.694 ^{ns}	0.494 ^{ns}	334 ^{ns}
خطا	0.589	75	205

ns : غیر معنی‌دار

جدول۳- میزان پل‌های کروماتیدی در ارتباط با اثر پرتو روی بنه‌ها در مرحله آنافاز میتوز.

میزان پرتو و وزن بنه	تعداد پل‌های کروماتیدی(B) در مرحله آنافاز سلولهای آنالیز شده						درصد سلول‌های واجد پل‌های کروماتیدی
	۰B	۱B	۲B	۳B	۴B	۵ B	
۱۰ گری، ۱۴ گرم	۹۰	۱۹	۱۳	۱۰	۸	–	۳۵/۷۱
۱۰ گری، ۱۲ گرم	۷۲	۲۱	۱۷	۹	۵	۳	۴۳/۳۰
۱۰ گری، ۱۰ گرم	۵۷	۲۹	۱۹	۱۰	۳	۲	۵۲/۰۰
۱۰ گری، ۶ گرم	۴۲	۳۲	۱۷	۱۲	۴	۴	۶۲/۱۶
۷/۵ گری، ۱۴ گرم	۴۲	۲۸	۲۲	۱۷	۷	۳	۶۴/۷۰
۷/۵گری،۱۲ گرم	۴۴	۶	۴	۲	۱	۱	۲۴/۱۳
۷/۵ گری،۱۰گرم	۴۹	۹	۳	۳	–	۲	۲۵/۷۵
۷/۵ گری، ۸گرم	۶۷	۱۳	۱۰	۵	۱	–	۳۰/۲۰
۷/۵ گری، ۸ گرم	۵۱	۱۱	۹	۳	۲	–	۳۲/۸۹
۱۰ گری، ۶ گرم	۵۷	۸	۵	۷	۶	۲	۳۲/۹۴

سبب تنوع درگیاهان اهلی و وحشی می‌شود. موتاسیون ممکن است در سطح ژن یا قطعه‌ای از کروموزوم و یا در یک یا چند کروموزوم و حتی در مجموعه‌ای از ژنوم‌ها به وجود آید. بطور کلی هدف از ایجاد موتاسیون‌های مصنوعی به‌وسیله تابشهای یونیزه‌کننده، تغییر یک یا چند ژن نزدیک به هم می‌باشد. با شناخت عوامل موتاسیون‌زا اصلاحگران نباتات نسبت به تولید فرمهای موتانت اقدام کرده‌اند.

به علت اتوتریپلوئید و عقیم بودن زعفران، تنوع ذخائر گیاهی در آن کم است. برای افزایش تنوع آن می‌توان از موتاژن‌های فیزیکی (پرتو گاما) استفاده کرد. منبع ایجاد اشعه گاما کبالت ۶۰ است. نفوذ اشعه گاما درون بافت‌های گیاهی به سهولت صورت می‌گیرد و پس از برخورد با ماده وراثتی تغییراتی در آن ایجاد می‌کند. در زعفران نیز از پرتو پرقدرت گاما استفاده شده است[۱۰].

اثر پرتوتابی گاما به شدتهای ۲/۵ ، ۵ ، ۷/۵ و ۱۰ گری بر سطح پیازها به وزنهای مختلف، تاثیر یکسانی بر این صفت داشت، ولی در دژ ۱۰ گری باعث کاهش در این صفت در سطح ۵ ٪ شده است. آستانه تحمل زعفران به دژ پرتو گاما، در این تخمین ۷/۵ گری بود و افزایش میزان دز باعث ایجاد ناهنجاریهای کروموزومی گردید. بیشترین ناهنجاریهای کروموزومی در دژ ۱۰ گری مشاهده شد. اعمال دژهای بیش از ۱۰ گری سبب شد که هیچگونه جوانه‌زنی و سبز شدن بوته‌ها را

www.SID.ir

Archive of SID

در پی نداشته باشد. به منظور ایجاد تنوع ژنتیکی باید دزهای پرتو گامای کمتر از ۱۰ گری را بکار برد. در سال اول، بیشتر روی ناهنجاریهای کروموزومی گیاه زعفران مطالعه شد و به منظور حصول اطمینان از ایجاد موتاسیون باید در سالهای بعد نتایج حاصل حداقل تا نسل چهارم مورد مطالعه قرار گیرد.

پی‌نوشت‌ها:

۱- Iridaceae

۲- Ring Chromosome

۳- Fragment Chromosome

۴- Chromatid Bridge

References:

1. م.ر. بهنیا، "زراعت زعفران،" انتشارات دانشگاه تهران (۱۳۷۰).

2. ب. صادقی و م. رضوی. "اثر کودهای شیمیایی و حیوانی بر تولید برگ پیاز و بوی زعفران،" خلاصه مقالات دومین گردهمایی زعفران و زراعت گیاهان دارویی (گناباد). صفحه ۵۷ (۱۳۷۳).

3. ت. امیر، "زعفران طلای سرخ ایران،" نشر آیندگان (۱۳۸۰).

4. J.A. Mc Gimpsey and M.H. Douglas. "Evaluation of saffron (Crocus sativus) Production in New Zealand", New Zealand journal of crop and Horticultural Science. 25: 158-168 (1997).

5. ع. استیلائی، "بررسی مسایل مربوط به تولید دانه در زعفران و ایجاد ارقام جدید به کمک موتاسیون،" پژوهنده. علوم پایه. شماره ۲۱: ۲۷۲-۲۴۲ (۱۳۵۷).

6. ز. آقا محمدی، "بررسی تولید مثل غیرجنسی، ایجاد گوناگونی به کمک عوامل جهش‌زا، همچنین مطالعه عقیمی زعفران به کمک اندازه‌گیری درصد دانه رنگ‌پذیر و رویش مستقیم دانه گرده در رابطه با جفت شدن کروموزومها در میوز،" پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. دانشکده علوم (۱۳۵۵).

7. S.M. Ghaffari, "Assessment of variability in saffron (Crocus sativus L)," Plant systematics and Evolution. 128: 1-2.89-103 (2004).

8. ا. رمضانی، "بررسی اثر وزن پیاز روی عملکرد زعفران در اقلیمنیشابور،" پایان نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس (۱۳۷۹).

9. A.r. Rees. "Saffron-an expensive plant product," Plants man. 9: 4, 210-217 (1988).

10. M. Negbi, B. Dagan, A. Dror, "Growth flowering, vegetative reproduction and dormancy in the saffron (Crocus sativus L)," Israel Journal of botany. 38: 95-113 (1989).

www.SID.ir