نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد نهم، شماره اول، ۹۶
۹۷-۱۰۳
http://ejfpp.gau.ac.ir

(مقاله کوتاه)

اثر پرتو گاما بر کروسین، سافرانال و کامفرول زعفران (*Crocus sativus* L.) مناطق قائن، تربت‌حیدریه و کلات

مرضیه سیحون*[۱]، محسن برزگر[۲] و محمد علی سحری[۲]

[۱]عضو هیات‌علمی پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، تهران، ایران

[۲]استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۰۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۶

چکیده

سابقه و هدف: زعفران، کلاله‌های خشک‌شده *کرکوس ساتیووس* گران‌ترین ادویه جهان است. این ماده به‌عنوان رنگ دهنده و طعم‌دهنده در مواد غذایی استفاده می‌شود و نیز کاربردهای دارویی در طب سنتی دارد. با توجه به معایب روش‌های حرارت‌دهی مواد غذایی مانند افت خواص حسی و تغذیه‌ای تمایل به استفاده از روش‌های غیرحرارتی مانند پرتودهی افزایش‌یافته است. پرتودهی به تنهایی یا همراه با سایر فرایندها می‌تواند با حفظ طعم، رنگ و بافت، سلامت محصول و مصرف‌کنندگان را تضمین کرده و عمر ماندگاری محصول را افزایش دهد. در این پژوهش اثر پرتوگاما بر سه ترکیب اصلی زعفران شامل کروسین (عامل مؤثر در رنگ زعفران)، کامفرول (از ترکیبات زیست فعال پلی‌فنولی) و سافرانال (جزء اصلی مواد فرار معطر زعفران) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش ۱۸۹ نمونه زعفران از سه منطقه استان خراسان از نظر کروسین، کامفرول، سافرانال طبق استاندارد ایزو موردبررسی قرار گرفتند. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار و در سطح اطمینان ۹۹ درصد انجام شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مقادیر کروسین، کامفرول و سافرانال زعفران در منطقه قائن به ترتیب از ۰/۰۳، ۰/۰۱ و ۰/۰۴ میلی‌گرم در گرم نمونه شاهد (پرتو ندیده) به مقادیر ۰/۷۱، ۰/۰۳ و ۰/۷۹ میلی‌گرم در گرم نمونه افزایش پس از پرتودهی رسید. پس از سی و شصت روز نگهداری مقادیر کروسین و سافرانال منطقه قائن افزایش و مقدار کامفرول کاهش اندکی داشته است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مقادیر کروسین، کامفرول و سافرانال زعفران در منطقه تربت‌حیدریه به ترتیب از ۰/۳۱، ۰/۳۵ و ۰/۵۵ میلی‌گرم در گرم نمونه شاهد (پرتو ندیده) به ۰/۴۰، ۰/۳۵ و ۰/۳۵ میلی‌گرم در گرم نمونه پس از پرتودهی رسید. در نمونه‌های زعفران پرتودیده منطقه تربت‌حیدریه در مقایسه با نمونه شاهد مقدار کروسین افزایش، کامفرول ثابت و سافرانال کاهش پیداکرده است. پس از سی و شصت روز نگهداری مقادیر کروسین، کامفرول و سافرانال منطقه تربت‌حیدریه افزایش داشته است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مقادیر کروسین، کامفرول و سافرانال زعفران در منطقه کلات به‌ترتیب از ۰/۵۰، ۰/۵۵ و ۰/۶۷ میلی‌گرم در گرم نمونه شاهد (پرتو ندیده) به ۰/۶۰، ۰/۲۹ و ۰/۶۷ میلی‌گرم در گرم پس از پرتودهی رسید. در نمونه‌های زعفران پرتودیده منطقه کلات در مقایسه با نمونه شاهد مقدار کروسین افزایش، کامفرول کاهش و سافرانال ثابت بود. پس از سی روز کروسین کاهش و کامفرول و سافرانال افزایش و پس از شصت روز نگهداری تمامی موارد افزایش داشته است.

*مسئول مکاتبه: msayhoon@aeoi.org.ir

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش اثر پرتودهی زعفران تا کمینه دوز ۴ کیلو گری و بیشینه دوز ۶ کیلو گری، بدون تأثیر سوء در ترکیبات مؤثر زعفران را تأیید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: زعفران، کروسین، سافرانال، کامفرول، پرتودهی

مقدمه

زعفران[1] تکه لپه‌ای بانام علمی *کرکوس ساتیووس*[2] متعلق به خانواده زنبق[3]، گیاهی چندساله، علفی، بدون ساقه با برگ‌های باریک سوزنی شکل است (۵). این گیاه در نقاط مختلف دنیا از جمله ایران کشت می‌شود (۷). این گران‌ترین ادویه جهان، در صنایع غذایی، داروسازی و نساجی کاربرد دارد (۳). کلاله گیاه زعفران حاوی سه ترکیب اصلی کروسین (رنگیزه‌های کاروتنوئیدی محلول در آب)، کامفرول (ترکیب پلی‌فنولی) و سافرانال (آلدئید آروماتیک جزء اصلی مواد فرار معطر زعفران) می‌باشد (۱۳، ۱، ۱۰). درنتیجه‌ی فرایند مواد غذایی با پرتودهی که پاستوریزه‌کردن سرد نامیده می‌شود حشرات یا ریز جانداران عامل فساد و بیماری‌زا از قبیل باکتری‌ها، کپک‌ها، مخمرها و ویروس‌ها کنترل و حذف‌شده و درنتیجه زمان ماندگاری فراورده‌های غذایی افزایش می‌یابد (۴). سازمان‌های بین‌المللی از قبیل سازمان خواربار و کشاورزی[4] (FAO) و سازمان بهداشت جهانی[5] (WHO) با بررسی همه پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه، پرتودهی مواد غذایی را ایمن و مفید دانسته‌اند. ایمنی مواد غذایی پرتودهی شده از چهار جنبه ایمنی رادیولوژیکی، سم‌شناسی، میکروبی و حفظ ارزش تغذیه‌ای قابل‌توجه می‌باشد (۶). پرتودهی گاما می‌تواند با افزایش راندمان استخراج، بهبود رنگ و اثر ضد اکسایشی[6] فعالیت‌های زیستی برخی از فراورده‌های غذایی را افزایش دهد (۱۱). در پژوهش حاضر کیفیت زعفران در مناطق قائن، کلات و تربت‌حیدریه در استان خراسان به‌منظور ارزیابی پایداری خصوصیات طعمی، عطر و رنگ تحت اثر فناوری پرتودهی موردبررسی قرار گرفت.

1. Crocus
2. *Crocus sativus* L
3 . *Iridaceae*
4. Food Agriculture Organization
5. World Health Organization
6. Antioxidant activity

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۱۸۹ نمونه زعفران از سه منطقه استان خراسان از نظر کروسین، کامفرول، سافرانال طبق استاندارد ایزو مورد بررسی قرار گرفتند. کلاله گل‌ها جداشده و در گرمخانه با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. سپس کلاله‌ها پودر شده و تا هنگام آزمایش شیمیایی درون شیشه‌های تیره‌رنگ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند (۱۱). نمونه‌های زعفران با تابشگر گاما سل (نوردیون، کانادا) سازمان انرژی اتمی ایران در دوزهای ۰،۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ کیلو گری با نرخ دوز ۲/۵۶ گری بر ثانیه و قدرت منبع ۱۸ کیلو کوری دربسته‌های پلی‌اتیلنی با درجه خوراکی[7] پرتودهی شدند (۸). برای هر تیمار، سه نمونه پرتودهی شد. نمونه‌های شاهد و پرتودیده طی شصت روز انبارمانی بررسی شدند. از نمونه‌های زعفران پرتو ندیده (شاهد) و پرتودیده ۰/۱ گرم توزین و پس از افزودن ۱۰ میلی‌لیتر حلال متانول– آب (۵۰ درصد حجمی) در ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی همزده شد. بخش محلول و نامحلول نمونه‌های زعفران با سانتریفیوژ به مدت ۲۰ دقیقه در ۳۰۰۰۰ دور از یکدیگر جدا شدند. در نهایت نمونه‌ها با صافی آکرودیسک[8] شماره ۱۳ و سایز ۰/۴۵ میلی‌میکرون صاف شدند (۱۲). برای اندازه‌گیری مهم‌ترین ترکیبات زعفران شامل کروسین، سافرانال و کامفرول از دستگاه کروما توگرافی مایع با کارایی بالا استفاده گردید (۷، ۲، ۱۱ و ۹). آنالیز آماری نتایج توسط آزمایش فاکتوریل (با دو فاکتور منطقه و زمان هر یک در ۳ سطح) و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار اس پی اس اس نسخه ۱۷ و مینی‌تب نسخه ۱۶ انجام شد. مقایسه میانگین

7. Food Grade
8. Acrodisc

داده‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار و در سطح اطمینان ۹۹ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی کیفیت رنگیزه‌های نمونه‌های زعفران پس از

پرتودهی و سی روز انبارمانی: بررسی کیفیت رنگیزه‌های ۶۳ نمونه زعفران در سه منطقه خراسان (قائن، تربت‌حیدریه و کلات) پس از پرتودهی (جدول ۱) آمده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه آماری مقایسه میانگین آزمون‌های کروسین، کامفرول و سافرانال (پس از پرتودهی)

Table 1- The results of average crocin, kaempferol and safranal (after Irradiation).

منطقه Region	دوز (کیلو گری) Dose (kGy)	کروسین(میلی‌گرم در گرم نمونه)mg/gr sample	کامفرول (میلی‌گرم در گرم نمونه)mg/gr sample	سافرانال (میلی‌گرم در گرم نمونه)mg/gr sample
قائن Ghaen	0	0.03±0 c*	0.01±0c	0.04±0d
	1	0.72± 0.01 a	0.03±0a	0.83±0b
	2	0.69±0.02a	0.03±0.01a	1.44±0a
	3	0.68± 0.01a	0.03±0.01a	1.01±0b
	4	0.61± 0.01ab	0.02±0b	1.21±0a
	5	0.6± 0.02ab	0.02±0b	0.87±0b
	6	0.71±0.01a	0.03±0a	0.79±0bc
تربت‌حیدریه Torbatheydarye	0	0.31± 0.02 b	0.35±0a	0.55±0a
	1	0.34± 0 b	0.26±0bc	0.35±0b
	2	0.34± 0 b	0.34±0a	0.33±0b
	3	0.4± 0.01 a	0.25±0c	0.32±0b
	4	0.33± 0.02 b	0.29±0b	0.34±0b
	5	0.3± 0.02 b	0.35±0a	0.27±0c
	6	0.28± 0 b	0.26±0bc	0.24±0c
کلات Kalat	0	0.5± 0 ab	0.55±0a	0.67±0a
	1	0.48± 0 ab	0.26±0b	0.65±0a
	2	0.49± 0 ab	0.22±0b	0.64±0ab
	3	0.6± 0 a	0.29±0b	0.64±0ab
	4	0.51± 0 a	0.14±0c	0.67±0a
	5	0.51± 0.01a	0.16±0c	0.66±0a
	6	0.52± 0 a	0.28±0b	0.66±0a

*حروف متفاوت در هر منطقه تفاوت معنی‌دار آماری (p<۰/۰۱) را نشان می‌دهند.

* Different letters in each region show statistically significant difference (p <0.01)

به‌طورکلی در دوزهای مؤثر اشاره‌شده فوق در مرحله اول (بلافاصله پس از پرتودهی و قبل از انبارمانی) مقدار کروسین در همه مناطق نسبت به نمونه شاهد (پرتو ندیده) افزایش داشت. روند تغییرات مقدار کامفرول در منطقه قائن افزایشی، در منطقه تربت‌حیدریه ثابت و در منطقه کلات کاهشی بود. روند تغییرات مقدار سافرانال در منطقه قائن افزایشی، در منطقه تربت‌حیدریه کاهشی و در منطقه کلات ثابت بود. بررسی کیفیت رنگیزه‌های ۶۳ نمونه زعفران در سه منطقه خراسان (قائن، تربت‌حیدریه و کلات) پس از سی و شصت روز انبارمانی (جدول ۲) نشان داده شده است. به‌طور کلی در دوزهای مؤثر اشاره شده فوق در مرحله دوم (سی روز انبارمانی) مقدار کروسین زعفران پرتودیده در مناطق قائن و تربت‌حیدریه نسبت به نمونه شاهد (پرتو ندیده) افزایش و در منطقه کلات کاهش داشت. مقدار کامفرول در منطقه قائن کاهش و در منطقه تربت‌حیدریه و کلات افزایش داشت. مقدار سافرانال در همه مناطق سه‌گانه موردبررسی با افزایش همراه بود.

بررسی کیفیت رنگیزه‌های نمونه‌های زعفران پرتودهی شده پس از شصت روز انبارمانی: به‌طورکلی در دوزهای مؤثر اشاره‌شده فوق در مرحله سوم (شصت روز انبارمانی) مقدار کروسین و سافرانال نمونه‌های پرتودیده در همه مناطق نسبت به نمونه شاهد (پرتو ندیده) افزایش داشت. مقدار کامفرول در منطقه قائنات کاهش و در منطقه تربت‌حیدریه و کلات با افزایش همراه بود.

نتیجه‌گیری کلی

پرتودهی گاما در نمونه‌های زعفران منجر به افزایش قدرت رنگ دهی (کروسین) نمونه‌ها در سه منطقه و بالاترین کیفیت عطر (سافرانال) در دو منطقه قائن و تربت‌حیدریه شد. همچنین تغییرات کامفرول تحت اثر پرتودهی گاما در منطقه قائن افزایش و در مناطق تربت‌حیدریه و کلات ثابت بود. پرتودهی زعفران با پرتوگاما در محدوده‌ی دوز کمینه ۴ کیلوگری و بیشینه ۶ کیلوگری سبب اختلاف معنی‌دار کروسین، کامفرول و سافرانال نمونه‌ها نشد. می‌توان نتیجه گرفت با توجه به شرایط مختلف کاشت، برداشت و نگه‌داری زعفران در سه منطقه (قائن، کلات و تربت‌حیدریه) پرتودهی تا دوز ۶ کیلوگری هیچ‌گونه اثر سوء در ترکیبات مؤثر آن ندارد.

جدول ۲- نتایج تجزیه آماری مقایسه میانگین آزمون‌های کروسین، کامفرول وسافرانال (پس از سی و شصت روز)

Table 2- The results of average Crocin, kaempferol and safranal (after 30 and 60 day).

منطقه Region	دوز (کیلوگری) Dose (kGy)	پس از سی روز			پس از شصت روز		
		کروسین (میلی‌گرم در گرم نمونه) mg/gr sample	کامفرول (میلی‌گرم در گرم نمونه) mg/gr sample	سافرانال (میلی‌گرم در گرم نمونه) mg/gr sample	کروسین (میلی‌گرم در گرم نمونه) mg/gr sample	کامفرول (میلی‌گرم در گرم نمونه) mg/gr sample	سافرانال (میلی‌گرم در گرم نمونه) mg/gr sample
قائن Ghaen	0	0.63±0[a*]	0.65±0[a]	1.58±0[b]	0.7±0[a]	0.32±0[a]	0.78±0[b]
	1	0.66±0[a]	0.6±0[a]	1.74±0[a]	0.63±0[ab]	0.21±0[b]	0.89±0[a]
	2	0.58±0[ab]	0.57±0[ab]	1.52±0[b]	0.65±0[ab]	0.14±0[c]	0.96±0[a]
	3	0.66±0[a]	0.58±0[a]	1.67±0[a]	0.69±0[a]	0.19±0[b]	0.87±0[a]
	4	0.51±0[ab]	0.6±0[a]	1.69±0[a]	0.69±0[a]	0.22±0[b]	0.71±0[b]
	5	0.59±0[a]	0.61±0[a]	1.62±0[a]	0.73±0[a]	0.18±0[b]	0.97±0[a]
	6	0.52±0[ab]	0.57±0[ab]	1.39±0[c]	0.61±0[ab]	0.22±0[b]	0.88±0[a]
تربت‌حیدریه Torbatheydarye	0	0.3±0[a]	0.35±0[a]	0.83±0[c]	0.31±0[a]	0.09±0[a]	0.21±0[c]
	1	0.35±0[a]	0.36±0[a]	1.19±0[b]	0.37±0[a]	0.12±0[a]	0.43±0[ab]
	2	0.4±0[a]	0.4±0[a]	2.11±0[a]	0.37±0[a]	0.08±0[a]	0.4±0[ab]
	3	0.36±0[a]	0. 3±0[ab]	1.2±0[b]	0.28±0[ab]	0.07±0[a]	0.26±0[c]
	4	039±0[a]	0. 3±0[ab]	1.3±0[b]	0.31±0[a]	0.09±0[a]	0.22±0[c]
	5	0.31±0[a]	0.31±0[ab]	1.24±0[b]	0.29±0[ab]	0.02±0[b]	0.34±0[b]
	6	0.35±0[a]	0.36±0[a]	1.19±0[b]	0.28±0[ab]	0.1±0[a]	0. 5±0[a]
کلات Kalat	0	0.54±0[a]	0.32±0[ab]	0.52±0[ab]	0.56±0[c]	0.1±0[d]	0.12±0[d]
	1	0.46±0[a]	0.42±0[a]	0.62±0[a]	0.71±0[a]	0.29±0[b]	0.32±0[c]
	2	0. 5±0[a]	0.29±0[ab]	0.62±0[a]	0.76±0[a]	0.27±0[b]	0.62±0[b]
	3	0.52±0[a]	0.3±0[ab]	0.59±0[a]	0.65±0[ab]	0.37±0[a]	0.96±0[a]
	4	0. 5±0[a]	0.29±0[ab]	0.61±0[a]	07±0[a]	0.37±0[a]	0.91±0[a]
	5	0.51±0[a]	0.31±0[ab]	0.6±0[a]	0.61±0[b]	0.18±0[c]	0.39±0[c]
	6	0. 5±0[a]	0.21±0[c]	0.6±0[a]	0.64±0[ab]	0.19±0[c]	0.97±0[a]

*حروف متفاوت در هر منطقه تفاوت معنی‌دار آماری (p<۰/۰۱) را نشان می‌دهند.

* Different letters in each region show statistically significant difference (p <0.01)

سپاسگزاری

از همکاران گرامی پژوهشکده‌ی کاربرد پرتوها، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، سرکار خانم‌ها مهندس مرضیه احمدی روشن، دکتر سمیرا برنجی اردستانی، مهندس سپیده سادات جمالی، مهندس سیده لیلا حسینی، مهندس رسا رجایی، مهندس مونا سرابی و مهندس سارا شیخ‌نصیری که ما در انجام این پروژه یاری کردند، قدردانی می‌گردد.

منابع

1.Abdullave, F., and Ortega, C. 2007. HPLC quantification of major active components from different saffron (*Crocus sativus* L.) sources. Food Chemistry. 10: 1126-1131.
2.Bolhassani, A., Khavari, A., Bathaie, S.Z. 2014. Saffron and natural carotenoids: Biochemical activities and anti-tumor effects. Biochimica Biophysica Acta. 1845: 1.20-30.
3.Fernandez, J.A. 2004. Biology, biotechnology and biomedicine of saffron. Recent Research of Development in Plant Science. 2: 127-159.
4.GAO. 2010. Food irradiation: FDA could improve its documentation and communication of key decisions on food irradiation petitions,Washington D.C. GAO-10309R.
5.GowharAli, A.M., Iqbal, A.M., Nehvi, F.A., Sheikh Sameer, S., Shaheena, N., Sabeena, N., and Niyaz, A.D. 2013. Prospects of clonal selection for enhancing productivity in saffron (*Crocus sativus* L.). 8: 5. 460-467.
6.Harder, M.N.C., and Arthur, V. 2012. The effects of Ggmma radiation in nectar of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*), In: Feriz Advoice, Gamma Radiation.Publisher:InTech, Rijeka, Croatia, Brazil.
7.Heriberto, C.O., Rogelio, P.M., and Fikrat, I.A. 2007. HPLC quantification of major active components from 11 different saffron (*Crocus sativus* L.) sources. Food Chemistry. 100: 3.1126-1131
8.Iborra, J., Castellar, M.R., Canovas, M., and Manjon, A. 1992. TLC preparative purification of picrocrocin, HTCC and crocin from saffron. J. of Food Science. 57: 3.714-731
9.International Standard, "Saffron-Specification", ISO3632-1:1993(E), International Organization for Standardization, Switzerland, (1993).
10.Javadi, B., Sahebkar, A., and Emami, S.A. 2013. A survey on saffron in major islamic traditional medicine books. Iranian Journal of Basic Medical Sciences.16: 1-11.
11.Lee, J.W., Kim, J.K., Srinivasan, P., Choi J., Kim, J.H., Han, S.B., Kimc, D.J., and Byun, M.W. 2009. Effect of gamma irradiation on microbial analysis, antioxidant activity, sugar content and color of ready to use tamarind juice during storage. LWT- Food Science and Technology. 42: 101-105.
12.Lozano, P., Castellar, M.J., Simanacas, M.J., and Ibrra, J.L. 1999. Quantitative high performance liquid chromatography method to analyze commercial saffron (*Crocus sativus* L.) products. Journal of Chromatography A. 830: 477-483.
13.Lozano,P., Delgado, D., Gomez, D., Rubio, M., and Iborra, J.L. 2000. A non-destructive method to determine the safranal content of saffron (*Crocus sativus* L.) by supercritical carbon dioxide extraction combined with high – performance liquid chromatography and gas chromatography. Journal of Biochemical and Biophysical Methods. 43: 367-378.

EJFPP, Vol. 9 (1): 97-103
http://ejfpp.gau.ac.ir

Effect of Gamma Irradiation on Crocin, Kaempferol and Safranal of (*Crocus sativus* L.) Ghaen, Torbat Heydarieh and Kalat Regions Saffron

M. Seyhoon[1*], M. Barzegar[2] and M.A. Sahari[2]
[1]Faculty member of the Institute of Nuclear Science and Technology, Atomic Energy Organization of Iran, [2]Professor, Department of Food Science and Technology,Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
Received: 2015/11/30; Accepted: 2016/02/15

Abstract

Background and objectives: Saffron (red gold), the world's most expensive spice, is dried stigmas of *Crocus sativus*L. Edible additives,colors and flavors for foods, spices and medicinal applications in traditional medicine are included usage of saffron. Due to the disadvantages of thermal methods such as loss of sensory properties, nutritional and high costoffoods, tend to use non-thermal methods such as irradiation is increasedin recent decades. Irradiation alone or in combination with other processes can while maintaining the taste, color and texture, and guaranteed the safety and consumersof products and increased product shelf-life. In this study, the effect of gamma irradiation on three main pigments compounds of saffron (*Crocus sativus* L.) as crocin (factor in saffron color), kaempferol (of bioactive polyphenol compounds) and safranal (the main compound of volatile aromatic saffron), was investigated.

Materials and Methods: In this study, 189 samples from three regions in Khorasan province in terms of saffron crocin, kaempferol, safranal was investigated.The quantities analysis according to International Standard Organization by statistical results using SPSS version 17 and Minitab version 16 was conducted. The data was compared by LSD test in 99% confidence level.

Results: The results obtained from saffron control (non-irradiated) sample,amount of crocin, kaempferol and safranalwere 0.03, 0.01 and 0.04 mg per gram sample in Ghaen regions.After irradiation, these amountswere increased 0.71, 0.03 and 0.79 mg per gram sample,respectively. Crocin and safranal amounts were increased and kaempferol amount was slightly decreasedafter thirty and sixty days. Due to results obtained from saffron control (non-irradiated) sample amount ofcrocin, kaempferoland safranal were 0.31, 0.35 and 0.55 mg per gram sample in Torbatheydarehregion.After irradiation,these amounts were 0.40, 0.35 and 0.35 mg per gram,respectively.The crocin amount was increased, kaempferol was steady and safranal was decreased. These amounts crocin, kaempferol and safranal were increasedin Torbathydareh region samples after thirty and sixty days.Based on the results of control (non-irradiated) samples, amounts of crocin,safranal andkaempferol were 0.50, and0.55 and0.67mg per gram in Kalat regions.These amounts were 0.60, 0.29 and 0.67 mg per gram,respectively where crocin was increased, and safranalweredecreased andkaempferol was remained stableafter irradiating. The amount of crocin was decreased; safranal andkaempferol were increased,after thirtydays.The amount of crocin, safranal and kaempferolwere increased in Kalat region,after sixty days.

Conclusion: The results of this study were confirmed that irradiation from minimum dose of 4 kiloGray(kGy) to Maximum doseof 6 kGy, has no unfavorable changes on effective components of saffron.

Keywords: Saffron, Crocin, Safranal, Kaempferol, Irradiation

[*]Corresponding author: msayhoon@aeoi.org.ir