

توانایی جذب رطوبت چند ترکیب آبدوست در فرآوری زعفران و مقایسه با روشهای مرسوم خشک کردن

Moisture absorption ability of several hydrophilic compounds in saffron (*Crocus sativus* L.) processing and comparison with conventional drying methods

شادی بصیری^{۱*}

۱. دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، مشهد، ایران، (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۹ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/mpt.2024.366850.1168

چکیده

بصیری، ش.، . توانایی جذب رطوبت چند ترکیب آبدوست در فرآوری زعفران و مقایسه با روشهای مرسوم خشک کردن
نشریه علمی فناوری و گیاهان دارویی ایران، دوره ۶- شماره ۱- پیاوند ۱۰- بهار و تابستان ۱۴۰۲ صفحه: ۹۲-۱۰۱

هدف بررسی کارایی ماده جاذب رطوبت در خشک کردن زعفران و تعیین شاخص‌های کیفی (رنگ، عطر و طعم) آن در مقایسه با دو روش معمول خشک کردن زعفران بود. در این پژوهش از ۴ ماده سیلیکاژل، زئولیت، خاکرس و بتونیت برای جذب رطوبت از زعفران استفاده شد. مقادیر پیکروکروسین، سافرانال و کروسین زعفران خشک شده با این روش با دو روش دیگر خشک کردن یعنی روش‌های اسپانیایی و سنتی مقایسه شدند. نتایج نشان داد در بین مواد جاذب رطوبت، سیلیکاژل به دلیل عدم ایجاد آلودگی در زعفران و با داشتن کمترین زمان خشک کردن زعفران (۲۹ دقیقه)، مناسب تشخیص داده شد. از آنجا که شارژ مجدد دانه‌های سیلیکاژل امکان‌پذیر است بنابراین استفاده از آن برای خشک کردن توجیه اقتصادی دارد. کیفیت عطر زعفران در روش استفاده از ماده جاذب رطوبت (۴۶/۷ واحد) مشابه روش سنتی خشک کردن و نسبت به روش اسپانیایی بالاتر بود. کیفیت رنگ زعفران در روش استفاده از ماده جاذب رطوبت (۱۸۵/۷ واحد) بعد از روش اسپانیایی بود. کیفیت طعم زعفران در روش استفاده از ماده جاذب رطوبت (۸۶/۷ واحد) بعد از روش سنتی بود. در زمان برداشت زعفران، با وجود حجم بسیار زیاد زعفران که باید در حداقل زمان خشک شوند، نیاز به روش‌های کمکی خشک کردن در کنار خشک کردن سنتی زعفران وجود دارد. استفاده از مواد جاذب رطوبت در فرآیند خشک کردن زعفران میتواند کمک قابل توجهی در خشک کردن زعفران با کیفیت بالا (طعم و عطر) داشته باشد.

واژه های کلیدی: پیکروکروسین، زعفران، سافرانال، کروسین، کیفیت، ماده جاذب رطوبت

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Shbasiri35@yahoo.com

مقدمه

ایران بزرگترین کشور تولید کننده زعفران است که در حدود ۹۰ درصد زعفران دنیا در ایران تولید می شود و ۸۵ درصد آن به استان های خراسان رضوی و جنوبی اختصاص دارد. رنگدانه های زعفران به طور عمده از گروه کارتنوئیدهای دارای عامل کربوکسیل می باشند. رنگ زعفران در درجه اول به دلیل وجود کروستین در ترکیبات آن است. کروستین یک رنگدانه کارتنوئیدی است که ممکن است بیش از ۱۰ درصد از زعفران خشک را تشکیل دهد. کروستین اصلی ترین استر کارتنوئیدی محلول در آب است که این ترکیب قرمز رنگ قدرت ضد اکسایشی بسیار قوی دارد (Atefi et al., 2013). عطر زعفران مربوط به ترکیبات فرار با ساختار ترپنوئیدی است که ۳۰ تا ۷۲ درصد آن را ترکیب سافرانال تشکیل می دهد. طعم زعفران تحت تأثیر گلیکوزیدی با طعم تلخ و تند به نام پیکروکروستین است (Tong et al., 2015). کیفیت زعفران ارتباط مستقیم با غلظت سه ترکیب اصلی کروستین، پیکروکروستین و سافرانال دارد.

از ترکیبات جاذب رطوبت به عنوان ماده کمکی در خشک کن های با دمای پایین می توان استفاده کرد. به عنوان مثال زئولیت یک ماده معدنی است که عمدتاً از آلومینوسیلیکات تشکیل شده و کاربرد تجاری عمده آن در صنایع به عنوان جاذب سطحی است. (International Zeolite Association, 2020) سیلیکاژل یک پلیمر سه بعدی است که از واحدهای چهار وجهی دی اکسید سیلیسیم تشکیل شده است.

این ماده که متخلخل است از طریق پیوندهای هیدروژنی جاذب خوبی برای آب می باشد. ظرفیت جذب کنندگی آن در دماهای پایین بهتر از زئولیت است. احیای سیلیکاژل بسیار آسان است و با حرارت دادن تا ۱۵۰ درجه سلسیوس انجام می شود. (Crittenden & Thomas, 1998 بتونیت نوعی رس ریزدانه است که از دسته رس ها و از کانی های متورم شونده تشکیل شده است (Kianoosh, 2012).

در یک پژوهش تأثیر دما و سرعت هوای خشک کن لایه نازک بر سینتیک خشک شدن و ترکیبات فنلی برگ استویا بررسی شد. بدین منظور از دمای هوا در سه سطح (۴۰، ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد) و سرعت هوا در سه سطح (۰/۵، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه) برای خشک کردن برگ های استویا استفاده گردید. نتایج نشان داد بهترین دما و سرعت هوا برای حفظ ترکیبات فنولیک برگ استویا، دمای ۴۰ درجه و سرعت ۱ متر بر ثانیه بود (Nateghi, 2021). خشک کردن زعفران به روش های مختلف در سایه، آفتاب، استفاده از مواد رطوبت گیر، میکروویو، مادون قرمز، هوای داغ، انجمادی، تحت خلاء و دیگر روش های نوین انجام می شود (Atefi et al., 2013).

در یک پژوهش تأثیر دو روش خشک کردن زعفران در آون تحت خلا و آون الکتریکی در دمای ۱۰۰ °C به مدت ۲۰ دقیقه مقایسه شدند. نتایج نشان داد که زعفران به کمک آون تحت خلا سریع تر خشک شد و بافت بهتری از نظر ریز ساختارهای سطحی داشت ولی هر دو نمونه زعفران رنگ، عطر و طعم یکسان

مواد و روش ها

گل‌های تازه زعفران از مزارع منطقه تربت حیدریه در اواسط آبان مان ۱۳۹۸ برداشت شدند. ۴ ماده جاذب رطوبت (تیمار) عبارت از سیلیکاژل، زئولیت، خاک رس و بنتونیت بودند. سیلیکاژل آبی گرانبه با اندازه ذرات ۷۵ میکرون تا ۸ میلی متر، نمونه های زئولیت طبیعی (کلینوپتیلولیت)^۱، خاک رس و بنتونیت از واحد فرآوری کانی های غیر فلزی برای اجرای پروژه تهیه شدند.

به منظور حفظ کیفیت و جلوگیری از پلاسیده شدن گل ها بلافاصله پس از چیده شدن در شرایط مطلوب و کنترل شده به آزمایشگاه کنترل کیفیت منتقل شدند. کلاله ها به صورت کامل از گلبرگ ها جدا و برای خشک کردن آماده شدند. شاخص معمول خشک کردن زعفران معادل ۱۰ درصد رطوبت بر اساس استاندارد ملی شماره ۲-۲۵۹ در نظر گرفته شد. کلاله ها پس از خشک شدن و رسیدن به شرایط آزمایشگاهی از نظر دما و رطوبت، برای انجام آزمون های بعدی در ظروف شیشه ای بسته بندی و در دمای ۴ C^o نگهداری شدند.

سرعت خشک کردن کلاله های زعفران با استفاده از مواد جاذب رطوبت در شرایط تعیین شده بررسی و ماده جاذب برتر انتخاب شد. شاخص های کیفی زعفران در سه روش (تیمار) مورد بررسی یعنی خشک کردن با مواد جاذب رطوبت و خشک کردن به روش سنتی و خشک کردن به روش اسپانیایی مقایسه

داشتند. با توجه به هزینه های کمتر در روش آون الکتریکی، این روش پیشنهاد شد (Yao *et al.*, 2018). مواد جاذب رطوبت بر اصل انتقال رطوبت در اثر اختلاف فشار بخار بین ماده جاذب و هوا استوار هستند. ماده جاذب با محتوای رطوبتی کم، رطوبت را از هوا جذب کرده و با آن به تعادل می رسد. مزایای مواد جاذب رطوبت در خشک کردن علاوه بر پایین بودن مصرف انرژی شامل خشک کردن پیوسته حتی در ساعات غیر آفتابی، افزایش میزان خشک شدن به دلیل هوای گرم و خشک، خشک کردن بسیار یکنواخت و کیفیت بالاتر محصول خصوصاً برای محصولات حساس به حرارت می باشد (Dorozi *et al.*, 2015).

در تحقیقی برای خشک کردن نخود از یک خشک کن خورشیدی مجهز به سامانه جاذب رطوبت استفاده شد. وظیفه ماده جاذب، ادامه فرآیند خشک کردن نخود در شب بود (Shanmugam & Natarajan, 2006).

در یک پژوهش برای خشک کردن خرماي استعمران در استان خوزستان از یک خشک کن خورشیدی مجهز به سیلیکاژل استفاده شد (Rahnama *et al.*, 2012).

در زمینه استفاده از ترکیبات جاذب رطوبت در خشک کردن زعفران، پژوهشی در دسترس نیست. هدف از پژوهش بررسی کارایی ماده جاذب رطوبت بر خشک کردن زعفران و مقایسه شاخص های کیفیت زعفران با دو روش خشک کردن معمول زعفران بود.

۱. Clinoptilolite

شدند.

برای خشک کردن وارد دستگاه خشک کن لایه نازک (مدل Armfield UOP 2 Tray) شد. سرعت جریان و دمای هوای ورودی به ترتیب ۰/۴ متر بر ثانیه و ۴۰ درجه سانتی گراد تنظیم شد (Nateghi, 2021). در این روش، ماده جاذب رطوبت (به نسبت وزنی ۲۰ گرم مواد جاذب رطوبت به ازای هر گرم کلاله زعفران) در محفظه دستگاه خشک کن قرار داده شد تا هوای ورودی به دستگاه پس از تماس با مواد جاذب رطوبت وارد محفظه خشک کن شود و تأثیر آن بر کیفیت زعفران مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور حفظ قدرت جذب مواد جاذب رطوبت در طول آزمایش هر ۳ ساعت مخزن حاوی مواد جاذب رطوبت، تخلیه و با ماده جدید و فعال از نظر جذب رطوبت، جایگزین شد. خشک کردن زعفران تا رسیدن به محتوای رطوبت ۱۰ درصد (با اندازه گیری مستقیم با استفاده از ترازوی برخط دستگاه و محاسبه) ادامه یافت. به منظور یکسان سازی روش‌ها کلیه مواد جاذب رطوبت در این روش در آون الکتریکی (مدل ممرت^۲ ساخت آلمان) ساخت کشور آلمان با دمای ۱۰۵°C به مدت ۲۴ ساعت خشک و در ظروف در بسته تا زمان مصرف، نگهداری شدند.

آزمایش های ارزیابی کیفی زعفران

نمونه زعفران توسط هاون آزمایشگاهی پودر (اندازه ذرات در حدود ۵۰۰ میکرومتر) شده و برای انجام آزمایشات کنترل کیفیت بعدی استفاده شد. مقادیر شاخص های کیفی زعفران یعنی پیکروکروسین، ساfranال

۲. Memmert

روش های خشک کردن

(الف) روش سنتی: ۱۵۰ گرم کلاله زعفران تازه در اتاقی، با دمای ۲۵°C (میانگین دمای اتاق در فصل برداشت زعفران) و با داشتن حداقل یک پنجره به منظور گردش هوا، روی یک سینی به همراه کاغذ جاذب رطوبت قرار گرفته تا زمانی که زعفران به رطوبت حدود ۱۰ درصد برسد.

(ب) روش اسپانیایی: ۱۵۰ گرم از کلاله های جدا شده از گل های زعفران بلافاصله به توری های مخصوص (از جنس پارچه ابریشمی با مش ۱۲۰ منتقل و با فاصله معین (۲۰ سانتی متر) روی منبع حرارتی ۶۰°C قرار گرفته و به طور یکنواخت و غیرمستقیم حرارت داده شدند. پس از تنظیم حرارت توری حامل زعفران و گذشت مدت زمان ۱۵ دقیقه، توری خالی دیگری را روی توری حاوی زعفران قرار داده تا زعفران به طور کامل در توری دوم تخلیه گردد. مجدداً توری را روی دستگاه قرار داده و پس از ۱۵ دقیقه همین عمل تکرار می شود. پس از ۳ بار تکرار که در مجموع ۴۵ دقیقه می باشد، زعفران داخل توری خشک می شود. زعفران خشک شده را از توری مستقیماً روی پارچه کاملاً تمیز پهن کرده تا کاملاً خنک شود. سپس به ظرف مخصوص نگهداری اصلی زعفران منتقل می شود (Atefi, 2013; Mazlouniet al 2017).

(ج) روش استفاده از ماده جاذب رطوبت: ۱۵۰ گرم کلاله زعفران را توزین کرده و بر روی توری، مشابه روش قبل قرار داده و

و کروسین، بر اساس استاندارد ملی شماره ۲-۲۵۹ و با دستگاه اسپکتروفتومتر و با روش طیف نور سنجی فرابنفش- مرئی^۳، تعیین شدند.

مقادیر پیکروکروسین، سافرانال و کروسین هر یک از نمونه ها با اندازه گیری جذب عصاره آبی نمونه زعفران به ترتیب در طول موج های ۲۵۷، ۳۳۰ و ۴۴۰ نانومتر و با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شدند (Mohammadi Sani et al., 2012).

رابطه ۱

$$E = (10000 \times A) / m (100 - h)$$

E = مقدار شاخص هر یک از ترکیبات

کیفی زعفران

A = مقدار جذب (نانومتر)

h = درصد وزنی رطوبت

m = وزن نمونه زعفران (گرم)

روش آماری

بررسی اثر مواد جاذب رطوبت بر میزان سرعت خشک شدن کردن در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار (نوع مواد جاذب رطوبت) در ۳ تکرار اندازه گیری و با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه تجزیه و تحلیل و میانگین نتایج با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری ۵ درصد مقایسه شد. برای تعیین تاثیر روش خشک کردن زعفران (۳ تیمار خشک کردن با مواد جاذب رطوبت، خشک کردن به روش سنتی

۳. UV-vis

و خشک کردن به روش اسپانیایی) بر مقادیر پیکروکروسین، سافرانال و کروسین زعفران، طرح آزمایشی مورد استفاده کاملاً تصادفی در ۳ تکرار بود. نتایج حاصل از آن با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه تحلیل و میانگین نتایج با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اثر نوع ماده جاذب رطوبت بر خشک کردن

زعفران

مواد جاذب رطوبت شامل سیلیکاژل، ژئولیت طبیعی، خاک رس و بتونیت در فضای مخصوص تعبیه شده به همین منظور در داخل خشک کن قرار گرفتند و امکان استفاده از این مواد به عنوان ترکیبات جاذب رطوبت در فرآیند خشک کردن زعفران مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین مدت زمان لازم برای رسیدن به رطوبت ۱۰ درصد در نمونه زعفران نیز اندازه گیری شد. جدول ۱ نشان دهنده تحلیل واریانس نتایج حاصل است. نتایج مقایسه میانگین زمان خشک شدن نمونه زعفران در جدول شماره ۲ آورده شده است.

نتایج نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین تاثیر مواد جاذب رطوبت بر زمان خشک کردن زعفران در شرایط دمایی یکسان بود. بیشترین سرعت خشک کردن مربوط به سیلیکاژل و کمترین آن مربوط به خاک رس بود. مطابق این نتایج، بین دو نوع ماده جاذب رطوبت یعنی ژئولیت و بتونیت از نظر تأثیرگذاری بر زمان خشک کردن زعفران در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار مشاهده نشد.

۹۶/۲ واحد، مربوط به روش خشک کردن به روش سنتی و با مقدار ۸۶/۷ واحد، مربوط به روش خشک کردن با ماده جاذب رطوبت سیلیکاژل و با مقدار ۷۸/۷۵ واحد، مربوط به روش اسپانیایی بود. حداکثر جذب محلول ۱٪ عصاره زعفران در طول موج ۳۳۰ نانومتر که معرف شاخص عطر یا سافرانال است با مقدار ۲۹/۳۷ واحد، مربوط به روش خشک کردن اسپانیایی و با مقدار ۴۶/۷ واحد مربوط به روش خشک کردن با ماده جاذب رطوبت سیلیکاژل و با مقدار ۴۸/۷ واحد، مربوط به روش سنتی بود. مقادیر سافرانال در روش سنتی و در روش خشک کردن با ماده جاذب رطوبت سیلیکاژل در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار نداشتند. حداکثر جذب محلول ۱٪ عصاره زعفران در طول موج ۴۴۰ نانومتر که معرف شاخص رنگ یا کروسین است با مقدار ۲۱۱/۳۷ واحد، مربوط به روش خشک کردن اسپانیایی بود. مقادیر کروسین مربوط به روش های خشک کردن سنتی و خشک کردن با ماده جاذب رطوبت سیلیکاژل، اختلاف معنی دار نداشتند و مقادیر آنها کمتر از روش اسپانیایی بود.

با توجه به جدول شماره ۴، کیفیت زعفران حاصل از روش خشک کردن زعفران با کمک ماده جاذب رطوبت، در رقابت با روش سنتی خشک کردن است. پیکروکروسین، سافرانال و کروسین (شاخص های کیفیت) زعفران خشک شده با استفاده از مواد جاذب رطوبت به ترتیب با مقادیر ۸۶/۷، ۴۶/۷ و ۱۸۵/۷ واحد بالاتر بودند.

موضوع حائز اهمیت، قابلیت تثبیت سیلیکاژل در بستر خشک کن و امکان استفاده مجدد از آن بدون آلودگی است. زئولیت و بنتونیت به شکل پودری قابل استفاده نیستند و برای تثبیت آنها ناگزیر به استفاده از بنتونیت و زئولیت در اندازه های بزرگتر است. لذا قابلیت جذب آب توسط آنها در مقایسه با سیلیکاژل کاهش می یابد. خاک رس با ماهیت پودری نیز قدرت جذب آب بالایی داشت. این ماده مشکلات فرآوری و تبدیل به گرانول را داشته و استفاده مستقیم از آن می تواند باعث افزایش آلودگی در زعفران شود. استفاده از خاک رس به عنوان بستر تثبیت شده برای خشک کردن محصولات امکان پذیر است. این ماده در مقایسه با بنتونیت و زئولیت قدرت جذب رطوبت کمتر دارد.

تأثیر روش خشک کردن بر کیفیت زعفران

جدول ۳ تجزیه واریانس و جدول ۴ میانگین نتایج به همراه مقایسه میانگین های حاصل از بررسی تأثیر سه روش اسپانیایی، سایه خشک (سنتی) و خشک کردن با ماده جاذب رطوبت سیلیکاژل (سرعت جریان هوای ورودی ۰/۴ متر بر ثانیه و دمای ۴۰°C)، و تأثیر روش خشک کردن بر پیکروکروسین، سافرانال و کروسین زعفران را نشان می دهد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر روش های خشک کردن بر شاخص های کیفی زعفران، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار نداشتند. حداکثر جذب محلول ۱٪ عصاره زعفران در طول موج ۲۵۷ نانومتر که معرف شاخص طعم یا پیکروکروسین است با مقدار

جدول ۱- تجزیه واریانس نتایج بررسی اثر مواد جاذب رطوبت در سرعت خشک کردن زعفران

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P value
مواد جاذب رطوبت	۳	۵۵۰/۳۳۳	۱۰۲/۳۸۸	۰/۰۰۰**
خطا	۱۲	۵/۳۷۵		
کل	۱۵			

** اختلاف در سطح ۰.۰۵٪ معنی دار است

جدول ۲- تأثیر مواد جاذب رطوبت بر زمان خشک شدن کلاله زعفران

ماده جاذب رطوبت	زمان خشک شدن (دقیقه)
سیلیکاژل	۲۹±۲ ^c
زنولیت	۳۹±۱/۵ ^b
بتونیت	۴۲±۲ ^b
خاک رس	۵۷±۲/۵ ^a

میانگین های با حروف یکسان در سطح آماری ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند

هر چند روش خشک کردن زعفران نقش بارزی در تعیین ویژگی های شیمیایی و حسی زعفران دارد با این وجود رسیدن به شرایطی که تمامی ویژگی های زعفران در آن شرایط به طور مطلوب تامین شوند مشکل است (Azadfar et al. 2019))

نتیجه گیری نهایی

در بین سه روش خشک کردن زعفران، با اندازه گیری شاخص های کیفی زعفران، روش خشک کردن سنتی باعث تولید زعفران با شاخص عطر (سافرانال) (۴۸/۷±۲) و شاخص طعم (پیکروکروسین) (۹۶/۲±۱) (واحد) برتر شد. از نظر عطر زعفران، بین روش خشک کردن سنتی و روش خشک کردن با کمک ماده جاذب رطوبت سیلیکاژل برای حذف رطوبت، اختلاف معنی دار وجود نداشت. روش خشک کردن با کمک ماده جاذب رطوبت سیلیکاژل از نظر شاخص طعم

در یک پژوهش تاثیر روشهای مختلف خشک کردن بر ویژگی های کیفی و حسی زعفران بررسی شدند. نتایج آزمایش های شیمیایی نشان دادند که به لحاظ کروسین (عامل رنگ) نمونه های خشک شده به روش حرارت دهی در آون الکتریکی و آون تحت خلاء وضعیت مطلوب تر نسبت به روش سنتی داشتند ولی نمونه های خشک شده به روش انجمادی تفاوت معناداری بانمونه های خشک شده به روش سنتی نداشتند. از لحاظ سافرانال (عامل عطر) و پیکروکروسین (عامل مزه) تفاوتی بین نمونه های مختلف خشک شده مشاهده نشد. در ارزیابی حسی، نمونه های خشک شده در آون الکتریکی و آون خلا به طور معناداری سبب بهبود رنگ و عطر نسبت به روش های سنتی و انجماد شدند. از نظر بافت، نیز نمونه های خشک شده به روش آون الکتریکی، آون خلا و انجماد نسبت به روش سنتی وضعیت بهتری داشتند.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر روش خشک کردن بر مقدار پیکروکروسین، سافرانال و کروسین در زعفران

کروسین		سافرانال		پیکروکروسین		درجه آزادی	منابع تغییر
F	میانگین مربعات	F	میانگین مربعات	F	میانگین مربعات		
۱۲۶/۹۴۵**	۱۱۹۲/۱۸۳	۱۴۱/۸۹۶**	۵۰۸/۷۲۱	۱۱۸/۱۴۴**	۱۰۳/۳۷۴	۲	روش خشک کردن
	۹/۳۹۱		۳/۵۸۵		۱۶۷/۳	۹	خطا
						۱۱	کل

** اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار است

جدول ۴- تأثیر روش خشک کردن بر ترکیبات مؤثره زعفران

روش خشک کردن			ترکیبات شاخص
با ماده جاذب رطوبت سیلیکاژل	اسپانیایی	سنتی	
۸۶/۷±۱/۳ ^b	۷۸/۷۵ ±۲/۳۱ ^c	۹۶/۲±۱/۵۳ ^a	پیکروکروسین (طعم)
۴۶/۷±۲/۹ ^a	۲۹/۳۷±۱/۱۵ ^b	۴۸/۷±۲/۵۱ ^a	سافرانال (عطر)
۱۸۵/۷±۲/۷ ^b	۲۱۱/۳۷±۳/۵۵ ^a	۱۸۲/۳±۲/۳۵ ^b	کروسین (رنگ)

میانگین های با حروف یکسان در سطح آماری ۵ درصد در ردیف تفاوت معنی داری ندارند

(طعم و عطر) داشته باشد. در بین مواد جاذب رطوبت مورد استفاده در این تحقیق، سیلیکاژل به دلیل عدم ایجاد آلودگی در زعفران و با داشتن کمترین زمان خشک کردن زعفران (۲۹ دقیقه)، مناسب تشخیص داده شد. از آنجا که شارژ مجدد دانه های سیلیکاژل امکان پذیر است بنابراین استفاده از آن برای خشک کردن توجیه اقتصادی دارد.

(۱±۸۶/۷ واحد) بعد از روش سنتی قرار داشت. از نظر شاخص رنگ زعفران (کروسین)، روش اسپانیایی (۳±۲۱۱/۳۷ واحد) بیشترین امتیاز را کسب کرد.

از معایب روش خشک کردن سنتی، می توان به سرعت پایین خشک کردن زعفران اشاره کرد. در زمان برداشت زعفران، حجم زیادی از زعفران وجود دارد که باید در حداقل زمان، خشک شوند. بنابراین نیاز به روش های کمکی خشک کردن در کنار خشک کردن سنتی زعفران وجود دارد.

استفاده از مواد جاذب رطوبت در فرآیند خشک کردن زعفران می تواند کمک قابل توجهی در خشک کردن زعفران با کیفیت بالا

References

- Atefi, M., Akbari Oghaz, A. R., Mehri, A. 2013. The effects of drying on the chemical and sensory properties of saffron. *Journal of Nutrition Sciences and Food Industries of Iran*, 8 (3): 201-208.
- Azadfar, E., Nasrabadi, M. E., Bahrami, Z. 2019. The effect of different drying methods on the qualitative and sensory characteristics of saffron. *The 4th International Congress of Agricultural Development, Natural Resources, Environment and Tourism of Iran*, Tabriz.
- Crittenden, B., Thomas, W. J. 1998. *Adsorption Technology and Design*. Elsevier Science. ISBN ۹۷۸۰۰۸۰۴۸۹۹۷۱. Retrieved 2013-12-30.
- Dorozi M, Mortezapour H, Akhwan H and Ghazanfari Moghadam A, 2015. The 10th National Congress of Biosystem Mechanical Engineering (Agricultural Machines) and Mechanization of Iran. Ferdowsi University of Mashhad.
- Kianoosh, S. 2012. *Bentonite: the soil with thousands of uses*. 184 p. Ganj Hanar Publications. Tehran.
- Mazloumi, M. T., Taslimi, A., Jamshidi, A., Atefi, M., Haj Seyed Javadi, N., Komeili Fanood, 2017. Comparison of the effect of drying processes in vacuum, freezing, solar and microwave and with traditional methods on the characteristics of saffron. *Researcher Journal*, 13 (3): 213-223.
- Mohammadi Sani, A., Tajali, F., Gazerani, S. 2012. The effect of extraction time on the qualitative properties of edible extract of saffron plant. *The 21st National Congress of Food Sciences and Industries of Iran*. November 16, Shiraz.
- Nateghi, L. 2021. Investigating the effect of drying air temperature and speed on drying kinetics and phenolic compounds of stevia leaves. *Iran Journal of Food Sciences and Industries*, 115 (18): 259-271.
- National Standard of Iran No. 259-2. 2012. *Saffron - Characteristics*. Iran Institute of Standards and Industrial Research, first edition.
- Rahnama, M. H., Abbaspour Sani, K., Qobadian, B., Sepahvand, M. 2012. The effect of temperature and humidity on the color quality of estameran variety dates during 3 months of storage. *Journal of mechanical sciences in agricultural machinery*, 1 (1): 45-56.

- Shanmugam V, Natarajan E, 2006. Experimental investigation of forced convection and desiccant integrated solar dryer. *Renewable Energy* 31: 1239-1251.
- Sosle V, Raghavan GCV, Kittler V, 2003. Low-Temperature Drying Using a Versatile Heat Pump Dehumidifier, *Drying technology* 21(3): 239-254.
- Tong YT, Zhu X, Yan Y, 2015. The Influence of Different Drying Methods on Constituents and Antioxidant Activity of Saffron from China. *International Journal of Analytical Chemistry*, Article ID 953164, 8 pages.
- Yao C, Qian XD, Zhou GF, et al, 2018. A comprehensive analysis and comparison between vacuum and electric oven drying methods on Chinese saffron (*Crocus sativus* L.). *Food Science and Biotechnology* 28: 355–364.

Moisture absorption ability of several hydrophilic compounds in saffron (*Crocus sativus* L.) processing and comparison with conventional drying methods

Shadi Basiri^{1*}

1. Research Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashhad, Iran . (Corresponding author)

Received: August 2024 Accepted: October 2024 - DOI: 10.22092/mpt.2024.366850.1168

Abstract

Basiri, Sh., Moisture absorption ability of several hydrophilic compounds in saffron (*Crocus sativus* L.) processing and comparison with conventional drying methods

Iranian Medicinal Plants and Technology, Vol 6, No. 1, 2023 15-16: 92-101(in Persian)

Abstract

The aim was to investigate the effectiveness of the moisture absorbent compounds in drying saffron (*Crocus sativus* L.) and determine its quality indicators (color, aroma, taste) in comparison with two common methods of drying saffron. In this research, 4 materials silica gel, zeolite, clay and bentonite were used to absorb moisture from saffron. The amounts of picrocrocin, safranal and crocin of saffron dried by this method were compared with two other methods of drying, Spanish and traditional methods. The results showed that among the moisture absorbent compounds, silica gel was considered suitable due to the fact that it does not cause contamination in saffron, and it had the shortest drying time of saffron (29 minutes). Since it is possible to recharge the silica gel granules, it is economically justified to use it for saffron drying. The quality of saffron aroma in this method was similar to the traditional drying method (46.7 units) and higher than the Spanish method. The color quality of saffron in the method of using moisture absorbent material (185.7 units) was after the Spanish method. The taste quality of saffron in the method of

Email address of the corresponding author: Shbasiri35@yahoo.com

using moisture absorbent material (86.7 units) was after the traditional method. At the time of saffron harvesting, there is a large volume of saffron that must be dried in a short time. The use of moisture absorbent compounds in the process of drying saffron can help in drying saffron with high quality (taste and aroma).

Key words: Crocin, Moisture absorbent compounds, Picrocrocin, Quality, Saffron, Safranal.