بررسی عملکرد خشک کن ناپیوسته رفرکتنس ویندو در خشک کردن برخی مواد غذایی حساس به حرارت

وحید بااقبالی[۱]، مهرداد نیاکوثری[۲*]

۱- دانشجوی دکترای تکنولوژی غذایی بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.
۲- دانشیار بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

(تاریخ دریافت: ۹٤/٦/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹٤/۹/۱۲)

چکیده

سیستم رفرکتنس ویندو[1] یک سیستم جدید حذف رطوبت، جهت تولید مواد غذایی خشک یا تغلیظ شده با کیفیت بالا می باشد. خشک کن رفرکتنس ویندو می تواند پوره و عصاره میوه ها، سبزیجات، گیاهان دارویی و سایر مواد حساس به حرارت را به صورت پودر یا پرک خشک شده، با صرف انرژی نسبتاً پایین و در مدت زمان کوتاه و با حداقل صدمه حرارتی تولید نماید. در این تحقیق یک سیستم ناپیوسته[2] رفرکتنس ویندو برقی، مجهز به سیستم های کنترل کننده دمای آب، نازل پخش کننده مواد و وسیله ی اندازه گیری مصرف برق ساخته و عملکرد آن بررسی شد. در سیستم رفرکتنس انرژی حرارتی آب داغ به واسطه ی یک فیلم پلیمیری به پوره یا عصاره پخش شده بر روی فیلم منتقل می شود. فرایند حذف رطوبت در این سیستم سریع، تحت فشار اتمسفری و به صورت خود تنظیم شونده و در دمایی پایین تر از دمای آب داغ مصرفی انجام می شود، بنابراین صدمه حرارتی به ماده خشک شونده به حداقل می رسد. بخار آب حاصل توسط یک فن از محفظه خشک کن خارج می شود. جهت بررسی کارایی سیستم رفرکتنس ویندو ساخته شده جهت این تحقیق، نمونه های مواد غذایی شامل پوره هویج، ژل آلوئه ورا، سس کچاپ و آب گوجه فرنگی خشک شده توسط این سیستم با نمونه های خشک شده توسط خشک کن انجمادی آزمایشگاهی مقایسه گردید؛ نتایج بیانگر پایین تر بودن رطوبت نمونه های خشک شده توسط سیستم رفرکتنس ویندو و برابری خصوصیات رنگ سنجی و میزان اسید آسکوربیک محصولات خشک شده توسط این دو نوع خشک کن با یکدیگر بود؛ در حالی که مدت زمان فرایند، انرژی مصرفی و در نتیجه اثرات نامطلوب محیط زیستی در سیستم رفرکتنس ویندو بسیار کمتر بود.

کلید واژگان: خشک کن رفرکتنس ویندو، حذف رطوبت، رنگ سنجی، مصرف انرژی

*مسئول مکاتبات: niakosar@shirazu.ac.ir

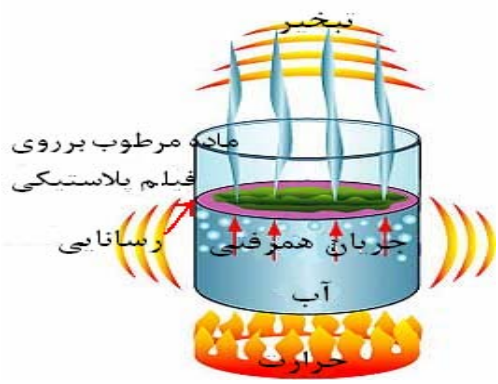
1. Refractance Window
2. Batch

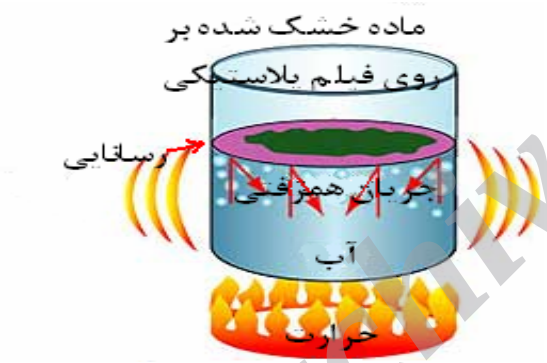
Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

فن آوری رفرکتنس ویندو از آب داغ به صورت جریان گردشی و تحت فشار اتمسفر به عنوان عامل انتقال حرارت به ماده خشک شونده استفاده می کند. مواد مورد نظر به صورت مایع، دوغاب یا پوره بر روی یک غشای پلیمیری که بر روی آب داغ شناور است پخش شده و فرایند خشک شدن در عرض چند دقیقه انجام می شود؛ بر خلاف خشک کن های کابینی یا انجمادی که فرایند خشک شدن در آنها ساعت ها به طول می انجامد. همچنین انرژی حرارتی استفاده نشده به داخل آب منعکس شده و به همین دلیل بهره وری انرژی در این سیستم بسیار بالا می باشد. در مورد محصولاتی که حاوی مواد حساس به حرارت می باشند، کیفیت محصولات خشک شده با رفرکتنس ویندو بسیار بالاتر از خشک کن های پاششی یا غلکتی می باشد. از آنجا که دمای محصول در طول فرایند همواره پایین تر از دمای آب داغ باقی می ماند، محصولات نهایی خواص حسی خود را از قبیل عطر و طعم و رنگ حفظ می کنند. به علاوه این فن آوری نسبتاً ساده و ارزان بوده و کاربری و نگهداری آن نیز آسان می باشد [۱].

هنگامی که آب داغ در یک محفظه روباز قرار دارد، انرژی حرارتی آن از طریق راه های مختلف، شامل تبخیر، هدایت حرارتی و تابش مادون قرمز، به محیط منتقل می شود. در این حالت اگر یک فیلم پلیمری بر روی آب قرار بگیرد، فرایند تبخیر متوقف شده و تابش مادون قرمز توسط غشای پلیمری به داخل آب بازتابیده می شود. درصورتی که یک ماده مرطوب بر روی فیلم پلیمری قرار گیرد، رطوبت موجود در ماده غذایی دریچه ای جهت ورود انرژی حرارتی مادون قرمز را به ماده غذایی ایجاد می کند (شکل ۱- الف) و با جذب انرژی حرارتی، آب درون ماده غذایی به سرعت شروع به تبخیر می کند. در اصطلاح به این دریچه ایجاد شده رفرکتنس ویندو گفته می شود. با تبخیر رطوبت ماده غذایی، دریچه ایجاد شده به تدریج بسته شده و هنگامی که ماده غذایی خشک می شود، دریچه بسته شده و انرژی حرارتی مادون قرمز مجدداً به درون آب، بازتابش می یابد (شکل ۱- ب)؛ در این حالت تنها روش انتقال حرارت به صورت هدایتی می باشد و از آنجا که فیلم پلیمری ضریب هدایتی پایینی دارد، از وارد شدن حرارت اضافی و بروز صدمه حرارتی به ماده خشک شده، جلوگیری می شود. بنابراین این سیستم دارای یک مکانیسم خودبازدارندگی است که باعث حفظ مواد مغذی، عطر و طعم و کیفیت محصول می شود [۲و۳].





شکل ۱ مفهوم رفرکتنس ویندو

محصولات غذایی که نسبت به حرارت حساس هستند اغلب از طریق تصعید رطوبت خشک می کنند. محصولات خشک شده از طریق تصعید، معمولا دارای کیفیت بالایی می باشند. هنگامی که آب از طریق تصعید از مواد دیگر جدا می شود یک ساختمان متخلخل و چروکیده نشده در ماده غذایی ایجاد خواهد شد. محصولی که بدین ترتیب خشک شده باشد، دوباره به آسانی مرطوب می شود. به هنگام خشک کردن، طعم و بوی غذا یا کاهش نمی یابد و یا کاهش آن اندک خواهد بود چون دمای پایین خشک کردن، از فرایند های نامطلوب تخریب و فساد، جلوگیری می کند و محصول خشک شده

Archive of SID
www.SID.ir

کیفیت بالایی خواهد داشت. بزرگترین مشکل خشک کردن انجمادی، هزینه آن می باشد سرعت خشک کردن پایین است و بهره گیری از خلاء بر هزینه فرایند می افزاید محصول نهایی میزان بسیار کمی نم خواهد داشت و بنابراین موجب کاهش برخی هزینه ها از قبیل حمل و نقل سرما سازی[3] و انبارداری[4] می گردد [٤و٥].

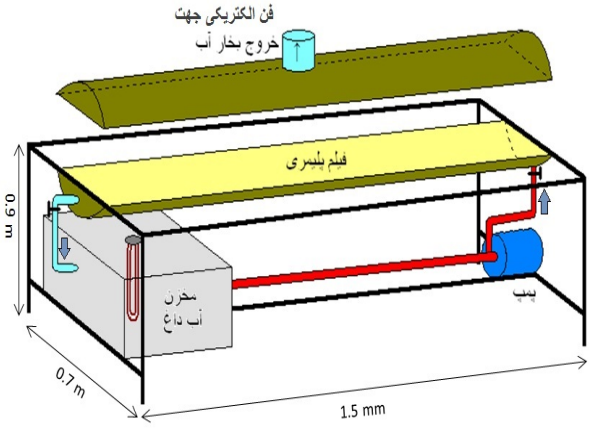
در این تحقیق برای اولین بار ضمن طراحی و ساخت یک سیستم رفرکتنس ویندو ناپیوسته به بررسی عملکرد آن جهت خشک کردن برخی مواد غذایی حساس به حرارت پرداخته شده است. در این راستا تغییرات رطوبت، رنگ، ویتامین C (به عنوان یک ترکیب حساس به حرارت) و میزان مصرف انرژی این سیستم مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های خشک شده با سیستم رفرکتنس ویندو با نمونه های خشک شده توسط خشک کن انجمادی مقایسه گردید.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- ساخت سیستم رفرکتنس ویندو ناپیوسته

جهت ساخت دستگاه، یک فیلم پلیمری پلی استری با خصوصیات ویژه (پایداری فیزیکی و شیمیایی در مقابل حرارت آب جوش و عدم مهاجرت به ماده غذایی) به عنوان غشای پلاستیکی جهت ساخت دستگاه به کار گرفته شد و به منظور حذف بخارات حاصل از تبخیر رطوبت مواد خشک شونده از یک فن الکتریکی با قابلیت انتقال ۲ متر مکعب هوا در دقیقه استفاده گردید. برای تأمین آب داغ سیستم از دو حرارت دهنده الکتریکی با توان ۲ کیلووات استفاده شد و برای به گردش درآوردن آب داغ، یک پمپ سانتریفیوژی با توان ٤٥٠ وات به کار گرفته شد (شکل ۲).

قطعات دستگاه بر روی یک اسکلت فولادی نصب گردید و تجهیزات کنترل الکترونیکی دمای آب و اندازه گیری مصرف انرژی در یک تابلو برق روی دستگاه نصب شد (شکل ۳).



شکل ۲ شماتیک سیستم ناپیوسته رفرکتنس ویندو

شکل۳ سیستم ناپیوسته رفرکتنس ویندو ساخته شده در بخش صنایع غذایی دانشگاه شیراز. دارای گواهی ثبت اختراع به شماره ٦٧٤٩٠.

۲-۲- بررسی کارایی سیستم رفرکتنس ویندو در مقایسه با خشک کن انجمادی

به منظور بررسی کارایی سیستم ساخته شده، نمونه های آب گوجه فرنگی تازه با رطوبت ۹۳ درصد بر پایه مرطوب، سس کچاپ با رطوبت ۷۱ درصد بر پایه مرطوب، ژل آلوئه ورا با رطوبت ۹۸ درصد بر پایه مرطوب و پوره هویج با رطوبت ۸۷ درصد بر پایه مرطوب، تهیه گردید. نمونه های ۱۵۰ گرمی با استفاده از سیستم رفرکتنس ویندو با دمای ۹۰ درجه سلسیوس خشک شدند و جهت مقایسه عملکرد آن نمونه های ذکر شده توسط یک خشک کن انجمادی ساخت مرکز تحقیقات مهندسی مشهد با ظرفیت تبخیر ۱۵۰ گرم آب با فشار ۰/۰۹

3. Refrigeration
4. Storing

Archive of SID
www.SID.ir

میلی بار و کندانسور با دمای ٤٠- درجه سلسیوس نیز خشک شدند.

جهت تعیین زمان پایان فرایند خشک شدن برای خشک کن رفرکتنس ویندو، نمونه ها به مدت زمان ٥ تا ٨ دقیقه روی فیلم دستگاه قرار گرفتند و رطوبت نهایی آنها اندازه گیری شد با توجه به عدم تغییر رطوبت پس از دقیقه هفتم، زمان ٧ دقیقه برای خشک کردن نمونه ها تعیین شد؛ برای خشک کن انجمادی با توجه به ظرفیت تبخیر دستگاه، زمان های ٢٠ تا ٢٤ ساعت آزمایش و مدت زمان ٢٤ ساعت برای انجام فرایند کامل خشک کردن انتخاب شد.

٢-٣- آزمون های انجام شده روی نمونه های مواد غذایی

جهت اندازه گیری رطوبت نمونه های خشک شده، از یک آون تحت خلاء (مدل OVL-570-010J ساخت Gallenkamp انگلستان) با دمای ٧٠ درجه سلسیوس و فشار مطلق ١٣/٣ کیلوپاسکال استفاده شد [٦].

میزان کل اسکوربیک اسید فقط در نمونه های آب گوجه فرنگی تازه و خشک شده به روش فلورومتری اندازه گیری شد [٦].

رنگ نمونه های با استفاده از دوربین دیجیتال (Sony DSC-W530) و نرم افزار کامپیوتری Photoshop CS5 به صورت L*, a*, b* اندازه گیری و محاسبه شد و میزان تغییرات رنگ نسبت به نمونه تازه (ΔE) از فرمول زیر محاسبه گردید [٧].

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^*_i - L^*_o)^2 + (a^*_i - a^*_o)^2 + (b^*_i - b^*_o)^2}$$

که در آن اندیس i نشاندهنده عدد قرائت شده نمونه مورد نظر و اندیس o نشاندهنده عدد قرائت شده نمونه کنترل می‌باشد.

جهت اندازه گیری مصرف انرژی خشک کن ها برای خشک کردن ١٥٠ گرم نمونه، از یک کنتور برق دیجیتال تک فاز با دقت ٠/٠١ کیلووات ساعت، مدل AMPY C.F.Z. ساخت ایران استفاده شد. اندازه گیری مصرف انرژی پس از قراردادن نمونه در خشک کن ها و شروع فرایند آغاز گردید.

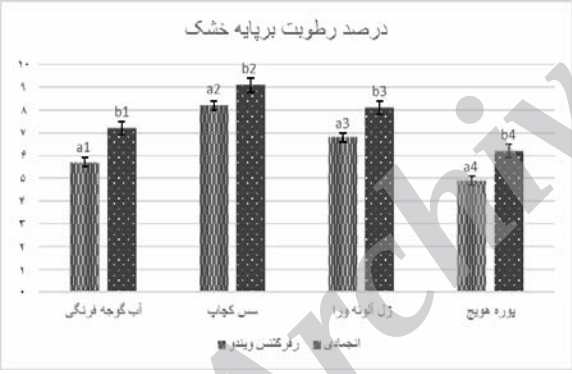
٢-٤- تجزیه و تحلیل آماری

برای انجام آنالیز آماری داده ها و بررسی اطلاعات حاصل از آزمایش های مختلف که همگی با ٣ بار تکرار انجام شدند، از طرح کاملاً تصادفی و آزمون دانکن برای بررسی اختلاف معنی دار میانگین ها در سطح $p<0/05$ استفاده گردید. در تمام مراحل تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، نرم افزار آماری PASW(SPSS)١٨ بکار گرفته شد.

٣- نتایج و بحث

٣-١- نتایج بررسی میزان رطوبت نمونه های خشک شده

شکل ٤ نمودار میزان رطوبت نمونه های خشک شده توسط دو روش رفرکتنس ویندو و خشک کن انجمادی را نشان می دهد؛ در تمامی موارد میزان رطوبت نمونه های خشک شده توسط سیستم رفرکتنس ویندو به صورت معنی داری کمتر از روش انجمادی بود. این پدیده می تواند به دلیل استفاده از حرارت کنترل شده در روش رفرکتنس ویندو باشد. نتایج بدست آمده توسط ابونی و همکاران در تحقیقی در سال ٢٠٠١ در مقایسه خواص پوره های هویج و توت فرنگی خشک شده توسط خشک کن های مختلف از جمله تصعیدی و رفرکتنس ویندو با این نتایج مطابقت دارد [٨].



شکل ٤ نمودار رطوبت نمونه های خشک شده توسط دو روش رفرکتنس ویندو (□) و خشک کن انجمادی (■)

*- اعداد با حروف لاتین مشابه تفاوت معنی داری در سطح ٩٥ درصد ندارند.

٣-٢- نتایج بررسی میزان اسید آسکوربیک آب گوجه فرنگی خشک شده

در مورد آب گوجه فرنگی تازه و خشک شده، میزان اسید آسکوربیک در نمونه های خشک کن انجمادی و نمونه های رفرکتنس ویندو اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشته ولی کاهش اندکی نسبت به نمونه تازه مشاهده شد. نیندو و همکاران در تحقیقی که در سال ٢٠٠٧ بر روی فرایند رفرکتنس

Archive of SID
www.SID.ir

ویندو برای آب میوه ها انجام دادند به نتایج مشابهی دست یافتند [۹].

شکل ۵ نمودار میزان آسکوربیک اسید (میلیگرم در ۱۰۰گرم) در نمونه های آب گوجه فرنگی تازه و خشک شده توسط رفرکتنس ویندو و خشک کن انجمادی.

*- اعداد با حروف لاتین مشابه تفاوت معنی داری در سطح ۹۵ درصد ندارند.

۳-۳- نتایج رنگ سنجی نمونه های خشک شده

جدول ۱ نتایج حاصل از رنگ سنجی نمونه های تازه و خشک شده را نشان می دهد. با توجه به نتایج L* (روشنی) می توان گفت که رنگ نمونه های خشک شده توسط خشک کن انجمادی روشنتر از نمونه های رفرکتنس ویندو بوده و همچنین تفاوت معنی داری بین b* در نمونه های خشک شده توسط سیستم رفرکتنس ویندو و انجمادی مشاهده نشد. نتایج محاسبه میزان تغییرات رنگ نمونه های خشک شده نسبت به نمونه تازه (ΔE*) نشان می دهد که میزان تغییرات رنگ در نمونه رفرکتنس ویندو کمتر از نمونه انجمادی می باشد. ابونی و همکاران در سال ۱۹۹۹ در تحقیقی بر روی خشک کردن پوره هویج و پوره توت فرنگی نتایج مشابهی بدست آوردند [۱۰].

جدول ۱ نتایج رنگ سنجی نمونه های تازه و خشک شده آب گوجه فرنگی توسط رفرکتنس ویندو(RW) و خشک کن انجمادی (FD) به صورت L*a*b*

	b*	a*	L*	ΔE*
نمونه تازه	$47.0\pm0.5^{a1*}$	62.5 ± 0.4^{a1}	56.6 ± 0.5^{c1}	-
نمونه RW	43.9 ± 0.5^{b1}	48.6 ± 0.4^{b1}	61.0 ± 0.5^{b1}	14.91
نمونه FD	42.1 ± 0.5^{b1}	45.6 ± 0.4^{c1}	63.2 ± 0.5^{a1}	18.79

L*: روشنی، a*: قرمزی-سبزی، b*: آبی-زرد، ΔE*: میزان تغییر رنگ نسبت به نمونه تازه

*- اعداد با حروف لاتین مشابه در هر ستون، تفاوت معنی داری در سطح ۹۵ درصد ندارند.

جدول ۲ نتایج رنگ سنجی نمونه های تازه و خشک شده سس کچاپ توسط رفرکتنس ویندو(RW) و خشک کن انجمادی (FD) به صورت L*a*b*

	b*	**a***	**L***	**ΔE***
نمونه تازه	$36.0\pm0.7^{b2*}$	49.6 ± 0.2^{b2}	38.6 ± 0.2^{c2}	-
نمونه RW	44.3 ± 0.7^{a2}	54.0 ± 0.2^{a2}	44.1 ± 0.2^{b2}	10.86
نمونه FD	43.8 ± 0.7^{a2}	53.6 ± 0.2^{a2}	49.0 ± 0.2^{a2}	13.60

L*: روشنی، a*: قرمزی-سبزی، b*: آبی-زرد، **ΔE***: میزان تغییر رنگ نسبت به نمونه تازه

*- اعداد با حروف لاتین مشابه در هر ستون، تفاوت معنی داری در سطح ۹۵ درصد ندارند.

جدول ۳ نتایج رنگ سنجی نمونه های تازه و خشک شده پوره هویج توسط رفرکتنس ویندو(RW) و خشک کن انجمادی (FD) به صورت L*a*b*

	b*	**a***	**L***	**ΔE***
نمونه تازه	$43.8\pm0.8^{b3*}$	27.3 ± 0.1^{b3}	53.9 ± 0.7^{c3}	-
نمونه RW	45.6 ± 0.8^{a3}	33.4 ± 0.1^{a3}	70.5 ± 0.7^{b3}	17.78
نمونه FD	44.8 ± 0.8^{a3}	26.4 ± 0.1^{c3}	78.1 ± 0.7^{a3}	24.24

L*: روشنی، a*: قرمزی-سبزی، b*: آبی-زرد، **ΔE***: میزان تغییر رنگ نسبت به نمونه تازه

*- اعداد با حروف لاتین مشابه در هر ستون، تفاوت معنی داری در سطح ۹۵ درصد ندارند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ٤ نتایج رنگ سنجی نمونه های تازه و خشک شده ژل آلوئه ورا توسط رفرکتنس ویندو(RW) و خشک کن انجمادی (FD) به صورت L*a*b*

	b*	a*	L*	ΔE*
نمونه تازه	17.4±0.6[c]	1.7±0.3[b]	61.6±0.4[a]	-
نمونه RW	20.1±0.6[a]	2.8±0.3[a]	60.0±0.4[b]	3.32
نمونه FD	19.5±0.6[b]	2.2±0.3[b]	60.3±0.4[b]	2.51

*L: روشنی، *a: قرمزی–سبزی، *b: آبی–زرد، ***ΔE***: میزان تغییر رنگ نسبت به نمونه تازه

*– اعداد با حروف لاتین مشابه در هر ستون، تفاوت معنی داری در سطح ۹۵ درصد ندارند.

۳-٤- مصرف انرژی

جدول ۲ میزان مصرف انرژی و متوسط مصرف انرژی جهت خشک کردن یک نمونه ۱۵۰ گرمی را برای خشک کن های مورد مطالعه نشان می دهد. از آنجا که زمان انجام فرایند در خشک کن رفرکتنس ویندو بسیار کمتر از خشک کن انجمادی می باشد، لذا در مجموع متوسط مصرف انرژی برای خشک کردن یک گرم نمونه در خشک کن رفرکتنس ویندو بسیار کمتر از خشک کن انجمادی است.

جدول ۲ مقایسه مدت زمان فرایند، میزان مصرف انرژی و کل مصرف انرژی جهت خشک کردن یک نمونه ۱۵۰ گرمی

	زمان فرایند	میزان مصرف انرژی خشک کن (درساعت)	متوسط مصرف انرژی برای خشک کردن ۱۵۰ گرم نمونه	متوسط مصرف انرژی برای خشک کردن یک گرم نمونه	میزان CO_2 آزاد شده برای خشک کردن یک گرم نمونه*
سیستم رفرکتنس ویندو	۷ دقیقه	٤/۵ کیلووات	۵۲۵ وات	۳/۵ وات	۲/۸ گرم
خشک کن انجمادی	۲٤ ساعت	۳/۵ کیلووات	۸٤۰۰۰ وات	۵٦۰ وات	٤٤۸ گرم

*– محاسبه میزان CO_2 آزاد شده در اتمسفر بر مبنای تولید ۸۰۰ گرم CO_2 در اثر مصرف سوخت های فسیلی برای تولید یک کیلووات ساعت انرژی الکتریکی می باشد [۱۱].

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می شود، از نظر اثرات محیط زیستی استفاده از روش خشک کن رفرکتنس ویندو در مقایسه با روش خشک کن انجمادی می توان گفت که این روش به دلیل بهره وری بالای مصرف انرژی میزان CO_2 (ناشی از سوخت های فسیلی) بسیار کمتری نسبت به روش خشک کن انجمادی در اتمسفر آزاد می کند.

٤- نتیجه گیری

این تحقیق نشان داد که سیستم رفرکتنس ویندو می تواند یک روش بهینه جهت حذف رطوبت از مواد غذایی حساس به حرارت باشد. همچنین رنگ و ویتامین C در محصول تولیدی به خوبی حفظ شده و محصولات تولیدی از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی قابل رقابت با محصولات حاصل از خشک های انجمادی آزمایشگاهی می باشد؛ این درحالی است که زمان فرایند و انرژی مصرفی بسیار کمتر از خشک کن انجمادی است و این روش سازگاری بیشتری با محیط زیست دارد.

۵- منابع

[1] Vega-Mercado, H., Gongora-Nieto, M. M. and Barbosa-Canovas, G. V. (2001). Advances in dehydration of foods. Journal of Food Engineering, 49, 271-289.

[2] Clarke, P. T. (2004). Refractance window^{TM} - Down under. Proceedings of the 14th International Drying Symposium, São Paulo, Brazil, 22-25 August 2004, Vol. B: 813-820.

[3] Nindo, C. I., Tang, J., Powers, J. R. and Bolland, K. (2004). Energy consumption during Refractance Window evaporation of selected berry juices. International Journal of Energy Research, 28, 1089-1100.

[4] Tavakolipour, H. 2007. Drying of food materials, Fundamentals and methods. Aeej publications, Tehran, Iran.

Archive of SID

www.SID.ir

[5] Doherty, J. (2009). Preserving nature's vitality- Whole food supplements and Innate Response Formulas. Unified Health Journal, 5, 17-19.
[6] AOAC. 1996. Official Methods of Analysis. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
[7] Yam, K. L. and Papadakis, S. E. (2004). A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of Food Engineering, 61(1), 137-142.
[8] Abonyi, B. I., Feng, H., Tang, J., Edwards, C. G., Chew, B. P., Mattinson, D. S. and Fellman, J. K. 2002. Quality retention in strawberry and carrot purees dried with Refractance Window system. Journal of Food Science, 67(2), 1051-1056.
[9] Nindo, C. I., Powers, J. R. and Tang, J. (2007). Influence of Refractance Window evaporation on quality of juices from small fruits. LWT Food Science and Technology, 40, 1000-1007.
[10] Abonyi, B. I., Tang, J. and Edwards, C. G. 1999. Evaluation of Energy Efficiency and Quality Retention for the Refractance Window Drying System. Research Report, Department of Biological Systems Engineering, Washington State University, Pullman, WA 99164-6120.
[11] Ferhat, M. A., Meklati, B. Y., Smadja, J. and Chemat, F. (2006). An improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. Journal of Chromatography A, 1112, 121-126.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of a Batch Refractance Window Dryer in Drying of Some Heat Sensitive Food Stuff

Baeghbali, V.[1], Niakousari M. [2*]

1. Ph.D Student, Food Science and Technology Department, Shiraz University, Shiraz, Iran
2. Associate Professor, Food Science and Technology Department, Shiraz University, Shiraz, Iran

(Received: 94/6/17 Accepted: 94/9/12)

Refractance window system is a novel moisture elimination system for production of high quality, dried or concentrated food products. Refractance window dryer can turn purees, juices and extracts of fruits, vegetables and herbs in to dried powders or flakes in a short time, using relatively low amount of energy and with minimum thermal damage. In this study an electric batch Refractance window dryer equipped with a thermostat, feed nozzle and a digital single phase kWh meter with 0.01 kWh accuracy, was made and its functionality was investigated.
Refractance Window system utilizes thermal energy of hot water through a polymeric film as a means to carry thermal energy to materials to be dehydrated. Dehydration process in this system is quick, self-regulating and under atmospheric pressure and it happens in temperatures below the temperature of the hot water used in the system so the thermal damage to the product is minimized. Water vapors are removed using an electric fan. To evaluate the dryer in this study, samples of carrot puree, aloe-vera gel, catchup souse and tomato juice was dehydrated using the Refractance window dryer and a laboratory freeze dryer and the dried products were compared. Results showed that Refractance window dryer can produce high-quality products with equal or higher quality than freeze dryer, using less energy and with higher energy efficiency and therefore less undesirable environmental impact.

Keywords: Refractance window dryer, moisture elimination, colorimetry, energy consumption.

Archive of SID

* Corresponding Author E-Mail Address: niakosar@shirazu.ac.ir

www.SID.ir