Archive of SID

بررسی خشک کردن برگه‌های توت فرنگی با استفاده از آبگیری اسمزی

شهین شرافتخواه آذری[1]، بهرام فتحی آچاچلوئی[2*]، کاظم علیرضالو[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی- واحد سراب، دانشگاه آزاد اسلامی، سراب، ایران
۲- دانشیار علوم و صنایع غذایی- دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی- دانشگاه محقق اردبیلی
۳- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی- دانشکده کشاورزی- دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۹٤/۰۵/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹٤/۰۷/۱۳)

چکیده

فرآیند خشک کردن اسمزی، استفاده از محلول هیپرتونیک (اسمزی) جهت کاهش آب در محصول می‌باشد. در این پژوهش بهینه سازی خشک کردن توت فرنگی بر مبنای ویژگی‌های شیمیایی وحسی مورد مطالعه قرار گرفت. برای انتخاب بهترین تیمار اسمزی جهت تولید برگه‌های توت فرنگی خشک شده از میزان آب خارج شده و مواد جامد جذب شده در طی ۵ ساعت و در زمان‌های ۱، ۲، ۳، ٤ و ۵ ساعت توسط محلول‌های اسمزی مختلف در دو دمای متفاوت استفاده شد. تیمارهای مورد استفاده شامل محلول های اسمزی مختلف و غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم (۰/۷۵ و ۱/۵٪) و دماهای ۳۵ و ٤۵ درجه سانتیگراد بود. نتایج نشان داد که در بین ۸ تیمار مختلف، تیمار ۸ (محلول اسمزی حاوی ۵۰٪ فروکتوز به همراه ۲۰٪ ساکارز، کلرید کلسیم ۱/۵٪، دمای ٤۵ درجه سانتیگراد و زمان ۵ ساعت) به نحو بهتری توانست باعث خشک کردن اسمزی توت فرنگی‌ها شود و به عنوان بهترین تیمار شناخته شد. در نمونه‌های توت فرنگی خشک شده به روش اسمزی و کنترل به ترتیب میزان رطوبت (۲۸ و ۸۸٪)، pH (۳/۵۵ و ۳/۱۵)، اسیدیته (۰/۰٤۳ و ۰/۰۵۳٪)، بریکس (۲٤ و ٦٪)، قند کل (۱٤/۵ و ٤/۵٪)، ویتامین C (۹mg/100 g و ۲۵/۵) و آنتوسیانین (۷۵/۵mg/kg و ۱۰۲/۷۵) بودند. همچنین ویژگی‌های حسی توت فرنگی‌های خشک شده اسمزی دارای ظاهر، رنگ، سفتی و عطر و طعم بهتری نسبت به نمونه کنترل بودند.

کلید واژگان: خشک کردن اسمزی، توت فرنگی، ویژگی‌های شیمیایی و حسی، ویتامین C، آنتوسیانین

* مسئول مکاتبات: bahram1356@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

توت فرنگی، گیاهی نهان دانه از تیره گل سرخ یا رزاسه و جنس فرگاریا می‌باشد. توت فرنگی وحشی اروپائی عمدتا از ریشه Fragariavesca L. بوده و ارقام زیر کشت نیز از منشاء F. chilosensis و F. virginia به دست آمده‌اند. توت فرنگی(F.amanassa) در سطح جهانی کشت می‌شود[۱] ولی در شرایط اقلیمی سرد و مرطوب رشد بسیار خوبی دارد. تولید جهانی توت فرنگی در سال ۲۰۰۳ تقریبا ۳/۲ میلیون تن بوده که سهم ایالات متحده از آن معادل ۱ میلیون متر یک تن بود و از اسپانیا باید به عنوان دومین کشور پیشرو در این زمینه یاد کرد[۲]. توت فرنگی غنی از قندهای گلوکز، فروکتوز و ساکارز، میواینوزیتول، اسیدهای سیتریک، مالیک و آسکوربیک، رنگدانه‌های آنتوسیانین، پلارگونیدین-۳-گلوکوساید، پلارگونیدین ۳-روتینوزید و سیانیدین-۳-گلوکوساید و ماده معدنی پتاسیم می‌باشد[۳، ٤، ٥، ٦] . ترکیبات فنولیک این میوه شامل بنزوآت، اسید پی کوماریک، اسید الاژیک، آنتوسیانین، فلاوونوئید و میریستین بوده که دارای خواص تغذیه‌ای و آنتی‌اکسیدانی می‌باشند.

علی رغم ویژگی‌های بالای تغذیه‌ای، توت فرنگی یکی از میوهای مستعد فساد و حساس به آسیب‌های مکانیکی و زوال فیزیولوژیکی است که دارای سرعت متابولیسم و تخریب سریع در طول مدت زمان نسبتاً کوتاه است. این میوه دارای عمر انباری کمی بوده ونمی‌توان آنرا برای مدت طولانی نگهداری کرد. در این راستا برای افزایش عمر انباری محصول برداشت شده وحفظ کیفیت آن روش‌های مختلفی مورد استفاده قرارمی‌گیرند[۷].

خشک کردن یک روش سنتی نگهداری مواد غذائی می‌باشد. اصول مربوط به خشک کردن مواد غذائی بر مبنای گرفتن آب آنها با استفاده از نیروی حاصل از انتقال گرما برای تبخیر یا تصعید آب استوار می‌باشد. در تمامی موارد، آب میوه با هدف کاهش فعالیت آب ماده غذائی گرفته می‌شود تا طول عمر مفیدتری بدست آید [۸ ،۹]. به عنوان یک روش جایگزین برای خشک کردن با دمای بالای هوا می‌توان به استفاده از خشک کردن اسمزی یا جذب قند برای کاهش فعالیت آب استفاده کرد. خشک کردن اسمزی عبارت از عملکردی جهت دفع نسبی آب از بافت‌های گیاهی توسط غوطه‌وری در یک محلول هیپرتونیک (اسمزی) می‌باشد. دفع آب بر مبنای پدیده غیرمخرب اسمز در غشای سلولی استوار است. نیروی هادی انتشار آب از بافت به درون محلول توسط فشار بالاتر اسمزی محلول هیپرتونیک تامین می‌شود. انتشار آب همراه با مقابله همزمان با انتشار ترکیب حل شونده از محلول اسمزی به بافت روی می‌دهد[۱۰،۱۱،۱۲] . میزان انتشار آب از هر ماده ساخته شده از چنین بافت‌هایی بستگی به فاکتورهایی همچون دمای حرارت، غلظت محلول اسمزی، اندازه و ابعاد هندسی ماده، نسبت حجم محلول به حجم ماده و تا میزان مشخصی به تلاطم محلول دارد[۱۳].

خشک کردن اسمزی یکی ازروش‌های نگهداری مواد غذایی است که قادر به ایجاد خواص کیفی بهتر درمحصول در مقایسه با سایر روش‌های خشک کردن می‌گردد. درکاربرد خشک کردن اسمزی، به علت استفاده از دماهای پائین و عدم تماس مواد غذایی با اکسیژن نه تنها ویژگی‌های مطلوب محصول و ترکیبات زیست فعال آن در حد قابل توجهی حفظ می‌گردد، بلکه انرژی حرارتی مورد نیاز جهت حذف آب اضافی محصول شدیداً کاهش می‌یابد [۱٤،۱٥]. از طرفی با به کارگیری محلول اسمزی، از واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی و چروکیدگی محصول تا حد قابل ملاحظه‌ای جلوگیری شده و امکان حذف مواد شیمیایی نظیر ترکیبات گوگردی، افزایش خواهد یافت. باتوجه به اینکه توت فرنگی در زمان مشخصی از سال تولید می‌شود، بنابراین در جهت استفاده از این میوه در تمامی فصول سال ارئه روشی که بتواند کمترین اثر را بر روی ویژگی‌های کیفی و ارزش تغذیه‌ای آن گذارد، دارای اهمیت زیادی می‌باشد. با توجه به مشکلات روش‌های خشک کردن مرسوم و فواید زیاد تکنولوژیکی و تغذیه‌ای خشک کردن اسمزی، هدف این تحقیق بهینه سازی خشک کردن اسمزی توت فرنگی درجهت تولید برگه‌های توت فرنگی خشک شده با کیفیت ظاهری و ارزش تغذیه‌ای بالا جهت ماندگاری میوه توت فرنگی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

مواد خام

در مرحله اول برای تهیه نمونه‌های توت فرنگی‌های اسمزی، توت فرنگی خام (F. amanassa) به میزان ۳ کیلوگرم از بازار اردبیل خریداری شد. بعد از انتقال به آزمایشگاه، میوه‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

از لحاظ نارس بودن جداسازی و شسته شدند تا گرد و غبار، دم میوه، برگ و غیره کاملا جدا شوند. شربت فروکتوز مورد استفاده در این پژوهش از شرکت میلاتک خریداری شد که دارای ۵۵٪ فروکتوز بود. ساکارز مورد استفاده در این تحقیق به میزان ۳ کیلوگرم از شرکت میلاتک با درجه خلوص ۹۸/۵٪ خریداری شد.

مواد شیمیایی

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این پروژه ساخت کارخانه مرک آلمان با درجه خلوص تجزیه‌ای بودند.

آماده سازی توت فرنگی‌ها

در مرحله اول توت فرنگی‌ها با آب شهری شسته شد. سپس ضایعات و برگ‌های اضافی جدا شده و دوباره با آب مقطر به صورت سطحی شسته شدند. در مرحله بعد توت فرنگی‌ها سورت شده و با استفاده از چاقوی تیز به صورت برش‌های افقی به ضخامت ۵ میلی‌متر بریده شدند و پس از خشک کردن سطحی با کاغذ صافی در نهایت توت فرنگی‌ها آماده خشک کردن اسمزی بودند.

Table 1 different osmotic solutions used in experiments

Solution No	Fructose syrup concentration (%)	Sucrose concentration (%)	Calcium chloride concentration (%)
1	20	50	0.75
2	50	20	1.5

آماده سازی محلول‌های اسمزی

محلول‌های اسمزی مورد استفاده در این پروژه از اختلاط ترکیباتی مانند شربت ذرت با فروکتوز بالا، ساکارز (باخلوص ۹۸/۵٪) وکلرید کلسیم با نسبت‌های زیر تهیه شدند (جدول ۱).

تیماربندی نمونه‌ها جهت خشک کردن اسمزی

برای تعیین بهترین نمونه طی فرایند اسمزی ابتدا تیمارهای مختلف اسمزی روی توت فرنگی‌ها انجام شد و سپس نمونه بهینه با نمونه کنترل مورد مقایسه قرار گرفت. باتوجه به اینکه غلظت محلول‌های اسمزی و دمای مورد استفاده می‌تواند در نرخ خشک کردن اسمزی موثر باشد، بنابراین تیماربندی نمونه‌ها به صورت زیر انجام شد. برای تیماربندی متغیرهای دما (۳۵ و ٤٥ درجه سانتیگراد)، غلظت مخلوط قندی شربت فروکتوز و ساکارز (۷۰ درصد)،کلریدکلسیم (۰/۷۵ و ۱/۵درصد)، مدت زمان ۵ ساعت و با نسبت ۱ به ۸ میوه به محلول اسمزی استفاده شد. جدول ۲ تیمارهای مختلف مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد. پس از تهیه محلول‌های اسمزی و تیماربندی، میوه‌ها به مدت ۵ ساعت در محلول‌ها قرار داده شد. هر ۱ ساعت نمونه‌ها از محلول اسمزی خارج شده و پارامترهای میزان خروج آب[1] از توت فرنگی و مواد جامد جذب شده[2] اندازه‌گیری شدند.

میزان خروج آب

میزان خروج آب از بافت توت فرنگی مطابق فرمول زیر محاسبه شد[١٦]:

$$WL(\%) = \frac{(W_i . X_i - W_f . X_f)}{W_i} . 100$$

Wi: وزن نمونه قبل از تیمار اسمزی

Xi: محتوای رطوبتی نمونه قبل از تیمار اسمزی بر اساس وزن مرطوب (گرم کل نمونه/ گرم آب)

Wf: وزن نمونه بعد از تیمار اسمزی

Xf: محتوای رطوبتی نمونه بعد از تیمار اسمزی بر اساس وزن مرطوب (گرم کل نمونه/ گرم آب)

مواد جامد جذب شده

میزان مواد جامد جذب شده به بافت توت فرنگی مطابق فرمول زیر محاسبه شد[١٦]:

$$SG(\%) = \frac{(W_f . X_{sf} - W_i . X_{si})}{W_i} . 100$$

Xsf: محتوای ماده جامد خشک نمونه بعد از تیمار اسمزی (گرم کل نمونه/ ماده خشک)

Xsi: محتوای ماده جامد خشک نمونه قبل از تیمار اسمزی (گرم کل نمونه/ ماده خشک)

1. Water loss
2. Solid gain

www.SID.ir

Archive of SID

Table 2 used osmotic treatments

Temperature (℃)	Calcium chloride (%)	Sugar solution concentration (%)	treatments
35	0.75	70) 20% Fructose+50% Sucrose(	1
35	1.5	70) 20% Fructose+50% Sucrose(	2
45	0.75	70) 20% Fructose+50% Sucrose(	3
45	1.5	70) 20% Fructose+50% Sucrose(	4
35	0.75	70) 50% Fructose+20% Sucrose(	5
35	1.5	70) 50% Fructose+20% Sucrose(	6
45	0.75	70) 50% Fructose+20% Sucrose(	7
45	1.5	70) 50% Fructose+20% Sucrose(	8

ویژگی‌های شیمیایی مورد ارزیابی

برای سنجش ماده خشک توت فرنگی‌ها از روش اختلاف وزن قبل و بعد از آون گذاری در دمای ۱۰۲±۲℃ استفاده و نتایج به صورت درصد گزارش شد[۱۷]. اندازه‌گیری pH با استفاده از pHمتر (pH, HANNA209) در دمای ۲۰℃ برای نمونه‌های توت فرنگی کنترل و خشک شده اسمزی انجام شد[۱۸]. اندازه‌گیری اسیدیته کل با استفاده از pH متر و به روش پتانسیومتری انجام گرفت. بدین صورت ۲۵۰ ml آب مقطر دو بار جوشیده و سرد شده به بشر ۵۰۰ml منتقل و ۲۰ گرم نمونه به آن افزوده شده و بر روی همزن مغناطیسی تا رسیدن به pH=۸/۲ با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تیتر گردید و نتایج برحسب درصد اسیدمالیک محاسبه شد[۱۸]. مواد جامد محلول (بریکس) با استفاده از دستگاه رفراکتومتر در دمای ۲۰℃ اندازه‌گیری شد[۱۹]. اندازه‌گیری قند کل نمونه‌های توت فرنگی با استفاده از روش فهلینگ و توضیح داده شده توسط آزادمرد دمیرچی [۲۰] اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین‌های کل

برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین‌ها در تیمارهای مختلف از روش اختلاف pH توضیح داده شده توسط رودریگز و همکاران [۲۱] و اوراک [۲۲] استفاده شد.

اندازه‌گیری ویتامین C

میزان ویتامین C با استفاده از روش اسپکتروفتومتری و میزان جذب در طول موج ۵۲۱ نانومتر مورد ارزیابی قرار گرفت[۲۳].

ارزیابی ویژگی‌های حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی شامل خواص ظاهری، رنگ، خواص بافتی و عطر و طعم توت فرنگی‌های خشک شده اسمزی و کنترل با استفاده از ۱۵ نفر پانلیست از دانشجویان و کارمندان گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد واحد سراب (پانلیست ها زن و مرد و در رنج سنی ۲۵ تا ۴۰ سال بودند) به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام گرفت. قبل از ارزیابی حسی نمونه‌ها، به پانلیست‌ها آموزش‌های لازم در ارتباط با نحوه ارزیابی نمونه‌ها داده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

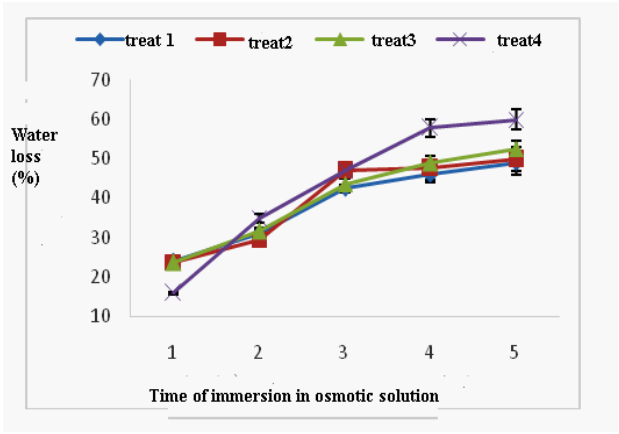
این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با دو تیمار توت فرنگی‌های کنترل و خشک شده به روش اسمزی انجام شد. آنالیز واریانس برای بررسی اختلاف بین تیمارها به روش ANOVA و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و به کمک نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

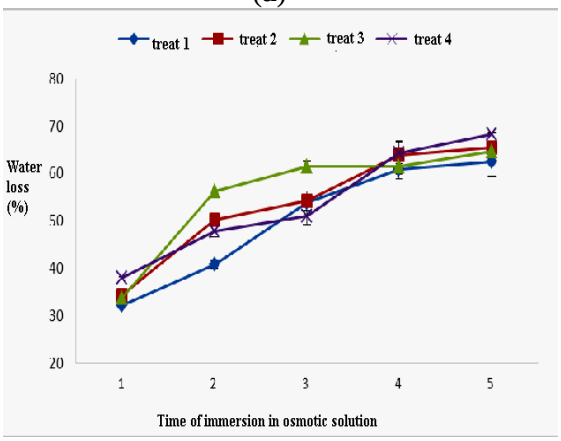
در این تحقیق به منظورنگهداری توت فرنگی از خشک کردن اسمزی استفاده شد. ابتدا برای دستیابی به بهترین تیمار اسمزی مورد استفاده با فرمولاسیون بهینه برای تولید برگه‌های توت فرنگی با طعم مطلوب‌تر، ۸ محلول مختلف اسمزی بکارگرفته شد. در ابتدا برای بررسی نوع تیمار اسمزی و تاثیر دمای مورد استفاده نمونه‌های توت فرنگی در غلظت‌های مختلف قندی (۷۰ ٪ شربت فروکتوز+ ساکارز)، کلرید کلسیم (۰/۷۵ و ۱/۵٪) و دماهای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد به مدت ۵ ساعت توسط محلول‌های اسمزی خشک شدند و در زمان‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ ساعت، پارامترهای میزان آب خارج شده و میزان مواد جامد جذب شده اندازه‌گیری شدند. شکل ۱ تغییرات میزان خروج آب از بافت توت فرنگی در دماهای مختلف را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



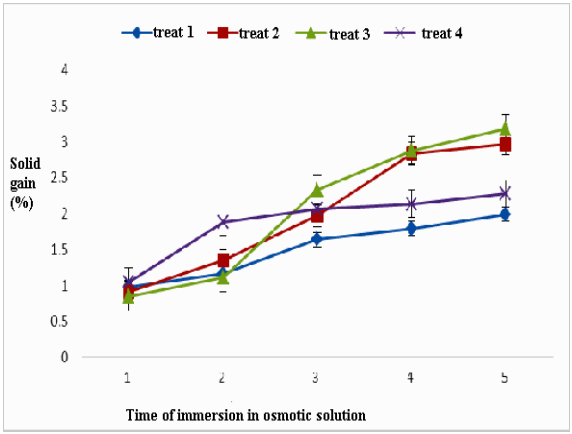
(a)



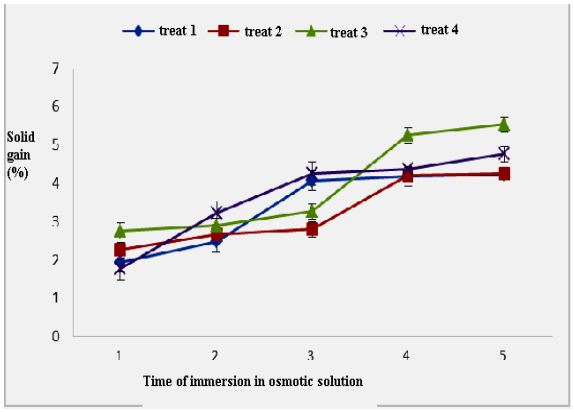
(b)

Fig 1 Water loss changes during osmotic dehydration of strawberries at the time of 5 hours at 35°C (a) and 45°C (b)
Treatment 1: osmotic solution containing 70% sugar solution (50% sucrose + 20% fructose) + 0.75% calcium chloride; Treatment 2: osmotic solution containing 70% sugar solution (50% sucrose + 20% fructose) + 1. 5% calcium chloride; Treatment 3: osmotic solution containing 70% sugar solution (20% sucrose + 50% fructose) + 0.75% calcium chloride; Treatment 4: osmotic solution containing 70% sugar solution (20% sucrose + 50% fructose) + 1. 5% calcium chloride;

همان طور که شکل ١ نشان داد در هردو دمای ٣٥ و ٤٥ درجه سانتیگراد تیمار ٤ به شکل بهتری توانست باعث کاهش آب موجود در توت فرنگی شود. با توجه به اینکه قند فروکتوز دارای حلالیت بیشتری نسبت به ساکارز می‌باشد، بنابراین افزایش آن باعث افزایش فشار اسمزی محلول قندی و خروج هرچه بیشتر آب از بافت توت فرنگی شد [٢٤]. با بررسی خشک کردن برگه‌های سیب توسط محلول‌های اسمزی مختلف به این نتیجه رسیدند که استفاده از فروکتوز در تهیه محلول اسمزی نسبت به محلول ساکارز به علت کاهش بیشتر آب بافت میوه مطلوب‌تر می‌باشد. مطابق نتایج قبلی و گزارش‌های تایوو و همکاران [٢٥]، پرینزیوالی و همکاران [٢٦]، وان باگنهوت و همکاران [٢٧] و گارسیانوگورا و همکاران[٢٨] اولا با افزایش مدت زمان غوطه‌وری میزان آب خروجی از بافت توت فرنگی و میزان ورود مواد جامد به داخل بافت توت فرنگی افزایش پیدا می‌کند. ثانیا با افزایش دمای مورد استفاده این پارامترها نیز بیشتر می‌شوند. از سوی دیگر اثرات افزایش میزان فروکتوز نسبت به ساکارز مطابق نتایج کاراتانوز و کوستاروپولوس [٢٤] قابل تایید می‌باشد. شکل ٢ نتایج حاصل از میزان مواد جامد جذب شده توسط بافت توت فرنگی در دماهای مختلف را نشان می‌دهد.



(a)



(b)

Fig 2 Solid gain changes during osmotic dehydration of strawberries at the time of 5 hours at 35°C (a) and 45°C (b)
Treatment 1: osmotic solution containing 70% sugar solution (50% sucrose + 20% fructose) + 0.75% calcium chloride; Treatment 2: osmotic solution containing 70% sugar solution (50% sucrose + 20% fructose) + 1. 5% calcium chloride; Treatment 3: osmotic solution containing 70% sugar solution (20% sucrose + 50% fructose) + 0.75% calcium chloride; Treatment 4: osmotic solution containing 70% sugar solution (20% sucrose + 50% fructose) + 1. 5% calcium chloride;

www.SID.ir

Archive of SID

مشخص شد که بیشترین و کمترین میزان جذب مواد جامد به ترتیب مربوط به تیمار ۳ و ۱ بود که با نتایج سایر محققان همخوانی داشت[۲۸]. ذکر این نکته حائز اهمیت است که با افزایش نسبت فروکتوز به ساکارز و همچنین افزایش دما میزان جذب مواد جامد محلول افزایش پیدا می‌کند. علت چنین پدیده‌ای می‌تواند مربوط به حلالیت بهتر مواد موجود در محلول‌های اسمزی باشد.با توجه به اینکه طی تیمار اسمزی هدف اصلی خروج آب از بافت میوه توت فرنگی می‌باشد، بنابراین محلول اسمزی که بتواند بیشترین کاهش آب را منجر شود و باعث کاهش نسبت میزان جذب مواد جامد به میزان کاهش آبشود دارای کارایی بالایی در خشک کردن اسمزی می‌باشد.

نتایج خشک کردن اسمزی نمونه‌های توت فرنگی با استفاده از ۸ تیمار اسمزی در جدول۳ نشان داده شده است.

Table 3 Results of osmotic dehydration of strawberry samples during immersion(5 hours)

SG/WL					Solution
5 hours	4 hours	3 hours	2 hours	1 hours	
0.055	0.062	0.072	0.088	0.096	Treatment1
0.051	0.055	0.057	0.064	0.067	Treatment2
0.045	0.047	0.051	0.056	0.062	Treatment3
0.042	0.045	0.051	0.055	0.057	Treatment4
0.053	0.056	0.067	0.082	0.093	Treatment5
0.047	0.047	0.052	0.054	0.062	Treatment6
0.036	0.038	0.041	0.046	0.053	Treatment7
0.032	0.035	0.041	0.045	0.053	Treatment8

بنابراین، می‌توان نتیجه گیری کرد که هرچه زمان غوطه‌وری، میزان کلرید کلسیم، میزان شربت فروکتوز نسبت به ساکارز و دمای تیماردهی نمونه‌های توت فرنگی افزایش پیدا می‌کند میزان خروج آب از بافت بیشتر شده که مطلوب می‌باشد. با توجه به نتایج مشخص شد که در بین تیمارهای مختلف، تیمار ۸ (شربت حاوی ۵۰٪ فروکتوز به همراه ۲۰٪ ساکارز، کلرید کلسیم ۱/۵٪، دمای ٤٥ درجه سانتیگراد و زمان ۵ ساعت) به نحو بهتری توانست باعث خشک کردن اسمزی نمونه‌های توت فرنگی شود و تیمار بهینه شناخته شد. بنابراین کاهش بیشتر آب توسط تیمار اسمزی باعث افزایش زمان ماندگاری توت فرنگی‌ها طی مدت زمان ماندگاری شده و سبب حفظ کیفیت محصول می‌شود. بنابراین می‌توان ذکر کرد که هرچه زمان غوطه‌وری، میزان کلرید کلسیم، میزان شربت فروکتوز نسبت به ساکارز و دمای تیماردهی نمونه‌های توت فرنگی افزایش پیدا می‌کند میزان خروج آب از بافت بیشتر شده که مطلوب می‌باشد. این نتایج با گزارش‌های چانگرو [۷]، سانجکا[۲۹]، یو[۳۰]، ونکاتاچالاپاتی[۳۱]، تایوو و همکاران [۲۵]، پرینزیوالی و همکاران [۲٦]، وان باگنهوت و همکاران [۲۷] و گارسیانوگورا و همکاران [۲۸] مطابقت دارد.

پس از خشک شدن نمونه‌های توت فرنگی با استفاده از روش اسمزی، ویژگی‌های شیمیایی، تغذیه‌ای و حسی محصول خشک شده با نمونه کنترل مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.در شکل های ۳ الی ٦ ویژگی‌های شیمیایی توت فرنگی‌های کنترل و خشک شده اسمزی نشان داده شده است.

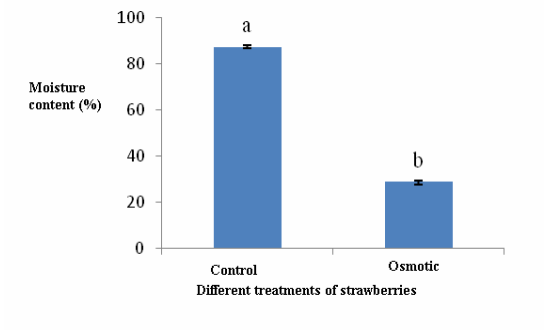


Fig 3 Moisture content (%) in osmotic dried strawberries and control

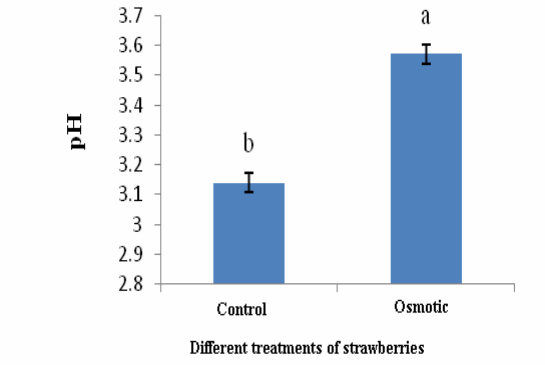


Fig 4 pH in osmotic dried strawberries and control

www.SID.ir

Archive of SID

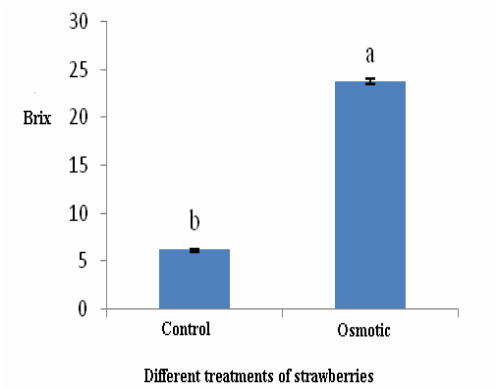


Fig 5 Brix content in osmotic dried strawberries and control

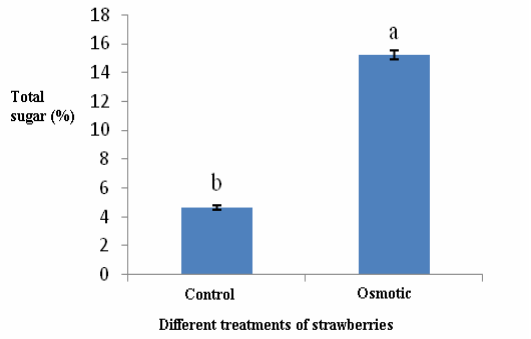


Fig 6 Total sugar in osmotic dried strawberries and control

همانطور که مشخص شد محلول اسمزی توانسته است در مدت زمان ۵ ساعت به صورت معنی‌داری (P<۰/۰۵) محتوای رطوبتی را از ۸۷٪ به ۲۹٪ کاهش دهد. نتایج گزارش‌های دیگر نشان داد که محتوای رطوبت نمونه‌های توت فرنگی می‌تواند با محلول‌های اسمزی مختلف تا ۱۷٪ [۲۷] و تا ۳۵٪ [۲۵] کاهش پیدا کند که با نتایج این تحقیق تقریبا سازگار می‌باشد. از سوی دیگر گزارش شده است که خشک کردن اسمزی می‌تواند به عنوان مرحله ابتدایی خشک کردن میوه‌ها و به منظور تولید محصولات خشک شده با کیفیت تغذیه‌ای بالا مورد استفاده قرار گیرد.با مقایسه نتایج کاهش میزان رطوبت طی تیمار اسمزی می‌توان به این نتیجه رسید که با افزایش زمان غوطه‌وری، دما و غلظت محلول‌های اسمزی می‌توان کاهش رطوبت بیشتری را شاهد بود که با سایر گزارش‌ها انطباق دارد. بنابراین کاهش بیشتر رطوبت می‌تواند مفید بوده و باعث جلوگیری از انجام واکنش‌های نامطلوب شده و رشد میکروبی نیز کاهش پیدا کرده و در نهایت کیفیت و ماندگاری توت فرنگی‌ها مطلوب می گردد.

نتایج نشان داد که توت فرنگی‌های اسمزی دارای pH بالاتری نسبت به نمونه‌های کنترل بودند. علت این اختلاف می‌تواند به این صورت توجیه شود که باتوجه به اینکه اسیدهای آلی سیتریک، آسکوربیک و مالئیک محلول در آب هستند که طی تیمار اسمزی از بافت توت فرنگی خارج شده و وارد محلول اسمزی می‌شوند [۳،۳۲]. مورنو و همکاران [۳۳] گزارش کردند که در توت فرنگی‌های تیمار شده با محلول‌های اسمزی pH از ۳/٦۸ تا ۳/۸۳ افزایش پیدا می‌کند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. همچنین نتایج این تحقیق با گزارش‌های فیسوت و همکاران [۳٤] در مورد بالاتر بودن pHنمونه‌های اسمزی میوه طالبی که با محلول اسمزی ساکارز و کلرید کلسیم تیمار شده بودند مطابقت داشت. مطابق با نتایج مشخص شد که ارتباط معکوسی بین اسیدیته نمونه‌های توت فرنگی اسمزی و کنترل با pH وجود داشت.

بررسی مقایسات میانگین نتایج آزمون نمونه‌های خشک شده اسمزی و کنترل نشان داد که میزان مواد جامد محلول توت فرنگی‌های خشک شده طی فرایند اسمزی افزایش پیدا می‌کند. دلیل این امر مربوط به انتقال فروکتوز و ساکارز موجود در محلول اسمزی به داخل میوه توت فرنگی می‌باشد. در گزارش‌های دیگر هامینیوک و همکاران[۳۵] نشان دادند که بریکس توت فرنگی‌های تیمار شده در محلول‌های اسمزی با ساکارز ٦۵٪ به مدت ۱ ساعت از ٦/٤۱ به ۹/٤٦ افزایش پیدا می‌کند.بالاتر بودن معنی‌دار (P<۰/۰۵) میزان مواد جامد محلول در نمونه‌های خشک شده نسبت به نمونه کنترل، مطلوب می‌باشد. چون باعث افزایش کیفیت تغذیه‌ای و ماندگاری نمونه‌های توت فرنگی می‌شود.

هم چنین نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) بین میزان قند نمونه‌های مختلف توت فرنگی وجود داشت. دلیل بالاتر بودن نمونه توت فرنگی اسمزی مربوط به میزان بالای قند (۷۰٪) در محلول اسمزی بوده که طی تیمار اسمزی ۵ ساعت توانسته به داخل بافت توت فرنگی نفوذ کرده و باعث افزایش معنی‌دار (P>۰/۰۵) قندکل شده است. این نتایج با گزارش وان باگنهوت و همکاران [۲۷] مطابقت داشت.

شکل ۷ میزان ترکیبات تغذیه‌ای ویتامین C و آنتوسیانین کل در نمونه‌های توت فرنگی خشک شده اسمزی و کنترل را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز آماری و مقایسه میانگین نمونه‌های توت فرنگی نشان داد که استفاده از فرایند خشک کردن باعث

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش میزان ویتامین C می‌شود. بین تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) در میزان ویتامین C مشاهده شد. به طوری که تیمار کنترل که هیچ فرایندی روی آن انجام نگرفته دارای میزان بالای این ویتامین (۲۵/۵ mg/100 g) و تیمار توت فرنگی اسمزی شده دارای میزان ویتامین C پائینی (۸/۸ mg/100 g) بودند.

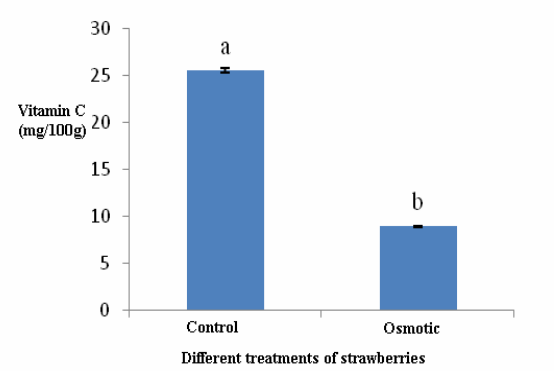


Fig 7 Vitamin C content in osmotic dried strawberries and control

مطابق نتایج تحقیق دویس و همکاران [۳۶]، دلیل پائین‌تر بودن ویتامین C در تیمار خشک شده اسمزی می‌تواند مربوط به دو مورد باشد؛ اولی مربوط به نفوذ ویتامین C که می‌تواند به همراه آب موجود در بافت توت فرنگی‌ها وارد محلول اسمزی شود و دومی مربوط به قرار گرفتن ویتامین C در معرض هوا و اکسیژن است که می‌تواند باعث اکسیداسیون و کاهش میزان این ویتامین شود. باتوجه به اینکه میزان در دسترس قرار گرفتن هر دو مورد، در نمونه‌های توت فرنگی اسمزی شده و فرآیند روی آنها بیشتر از سایر نمونه‌ها بود، بنابراین این کاهش می‌تواند به صورت بیشتری انجام گیرد.

مطابق با نتایج اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) بین میزان آنتوسیانین کل نمونه‌های مختلف توت فرنگی وجود دارد (شکل ۸). نتایج نشان داد که میزان آنتوسیانین کل نمونه‌های توت فرنگی طی خشک کردن اسمزی کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) پیدا می‌کنند. بطوریکه مقدار آنتوسیانین کل نمونه اسمزی شده در حدود ۷۵/۳۸ ppm ولی نمونه کنترل دارای مقادیر بیشتر و در حدود ۱۰۲/۷۷ppm بود. پائین بودن مقدار آنتوسیانین نمونه توت فرنگی طی خشک کردن اسمزی می‌تواند مربوط به محلول بودن رنگدانه آنتوسیانین در آب و خروج آن به همراه آب طی غوطه‌وری در محلول‌های اسمزی باشد. نفوذ ترکیبات محلول طبیعی موجود در میوه‌ها مانند اسیدهای آلی، ویتامین‌ها، رنگدانه‌ها و مولکول‌های کوچک ترکیبات فنلی مانند آنتوسیانین‌ها طی تیماردهی اسمزی می‌تواند اتفاق بیفتد. بنابراین، با افزایش زمان غوطه‌وری میوه‌ها و سبزی‌ها در محلول‌های اسمزی کاهش بیشتری خواهد داشت[۳۷].

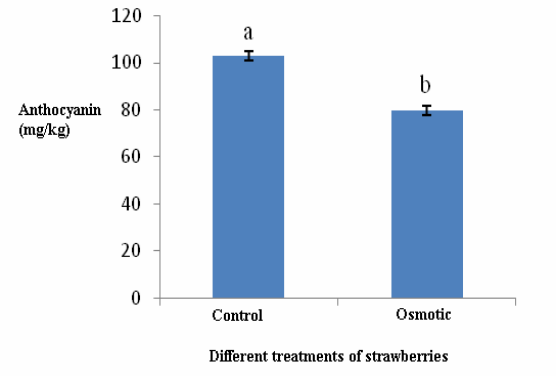


Fig 8 Anthocyanin content in osmotic dried strawberries and control

نتایج این تحقیق با گزارش‌های یو [۳۰] مطابقت دارد. بطوری که مشخص شد که ترکیبات محلول در آب می‌توانند حین تیماردهی اسمزی وارد محلول‌های اسمزی شده و از دسترس خارج شوند که برای حل مشکل می‌توان این ترکیبات را از محلول اسمزی بازیافت کرد و به صورت بهینه استفاده کرد. به طور کلی در کاربرد تیمار اسمزی برای خشک کردن میوه‌ها و سبزی‌ها علاوه بر خروج حداکثر آب از بافت باید از دماها و زمان‌های پائین‌تر استفاده کرد تا کیفیت حسی، تغذیه‌ای و ویژگی‌های بافتی آن حفظ شود.

شکل ۹ مقایسه میانگین ویژگی‌های حسی نمونه‌های توت فرنگی کنترل و خشک شده را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن بود که بین ویژگی‌های حسی مختلف تیمارهای توت فرنگی اختلاف‌های معنی‌داری (P<۰/۰۵) وجود داشت. همانطور که مشخص شد توت فرنگی‌های خشک شده از ویژگی‌های ظاهری، سفتی، عطر و طعم دارای امتیاز بالاتری نسبت به نمونه کنترل بودند.

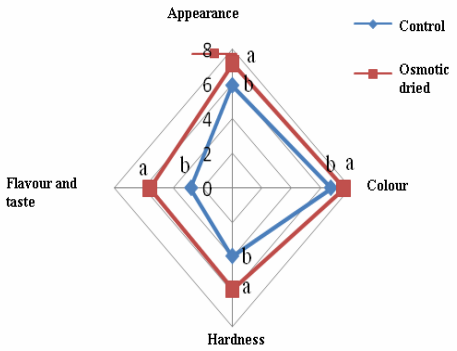


Fig 9 Sensory attributes of osmotic dried strawberries and control

www.SID.ir

Archive of SID

سفتی بیشتر توت فرنگی‌های خشک شده اسمزی نسبت به نمونه کنترل احتمالا می‌تواند مربوط به جذب کلرید کلسیم و بالاتر بودن میزان ماده خشک نمونه باشد که این نتیجه با گزارش هامینیوک و همکاران [٣٥] همخوانی نشان داد. همچنین باید ذکر کرد که از دلایل بهتر بودن ویژگی عطر و طعم توت فرنگی‌های اسمزی نسبت به نمونه کنترل می‌توان به مقادیر بالای شکر و شیرینی نمونه‌های توت فرنگی و بالاتر بودن ماده خشک آن اشاره کرد.

٤- نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج بدست آمده از خشک کردن اسمزی نمونه‌های توت فرنگی می‌توان ذکر کرد که نوع غلظت محلول اسمزی، دمای فرایند و مدت زمان تیمارهای اسمزی می‌تواند بر روند خشک کردن نمونه‌های توت فرنگی تاثیر داشته باشد. در خشک کردن اسمزی افزایش زمان و دمای محلول غوطه‌وری، غلظت کلرید کلسیم و همچنین نسبت فروکتوز به ساکارز باعث خروج بیشتر آب از بافت نمونه‌های توت فرنگی شد. با توجه به اینکه استفاده از دماهای بالا ($^{\circ}C$ ٤٥) و زمان‌های بالاتر (٥ ساعت) محلول‌های اسمزی باعث خروج بیشتر ترکیبات محلول مانند اسیدهای آلی، ویتامین‌ها و رنگدانه‌ها می‌شود، بنابراین باید از دمای پائین ($^{\circ}C$ ٤٠-٣٠) و زمان کمتری (حداکثر ٤ ساعت) برای خشک کردن اسمزی میوه‌ها و سبزی‌ها استفاده کرد. در کل باید ذکر کرد که چون حرارت باعث اثرات نامطلوب رنگی، بافتی و تغذیه‌ای حین خشک کردن مرسوم توت فرنگی می‌شود، بنابراین استفاده از خشک کردن اسمزی می‌تواند با حفظ کیفیت تغذیه‌ای، بافتی و حسی توت فرنگی باعث افزایش زمان ماندگاری آن شود.

٥- منابع

[1] Menager, I., Jost, M., &Aubert, C. (2004).Changes in physicochemical characteristics and volatile constituents of strawberry (Cv. Cigaline) during maturation. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 1248–1254.

[2] FAS-USDA.(2004). Foreign Agriculture Service, United State Department of Agriculture (www.fas.usda.gov).

[3] Castro I., Goncalves, O., Teixeira, J.A., & Vicente, A.A. Comparative study of Selva and Camarosa strawberries for the commercial market. Journal of Food Science, 2002; 67, 2132–2137.

[4] Garzon, G.A., &Wrolstad, R.E. (2002).Comparison of the stability of pelargonidin-based anthocyanins in strawberry juice and concentrate. Journal of Food Science, 67, 1288–1299.

[5] Kosar, M., Kafkas, E., Paydas, S., & Baser, K. (2004).Phenolic composition of strawberry genotypes at different maturation stages. Search Results Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 1586–159.

[6] Wang, S.Y., Zheng, W., &Galletta, G.J. (2002). Cultural system affects fruit quality and antioxidant capacity in strawberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 6534–6542.

[7] Changrue, V. Hybrid (osmotic, microwave-vacuum) drying of strawberries and carrots. 2006; Ph.D thesis. McGill University. Canada.

[8] Fellows, P. (2000).Food Processing Technology, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 591.

[9] Van Arsdel, W.B., Copley, M.J., & Morgan, A.I. (1973). Food Dehydration, 2nd ed., Vol. 1, Avi. Publishing, Westport, CT, Pp. 347.

[10] Dixon, G.M., & Jen, J.J. (1977).Changes of sugar and acid in osmotic dried apple slices. Journal of Food Science, 42, 1126–1131.

[11] Giangiacomo, R., Torreggiani, D., &Abbo, E. (1987). Osmotic dehydration of fruit Part I: Sugar exchange between fruit and extracting syrup. Journal of Food Processing and Preservation, 11, 183–195.

[12] Lerici, C.L., Pinnavaia, G., Dalla Rosa, M., &Bartolucci, L. (1985). Osmotic dehydration of fruit: Influence of osmotic agents on drying behaviour and product quality. Journal of Food Science, 50, 1217–1219.

[13] Rastogi, N.K., Angersbach, A., & Knorr, D. (2000).Synergistic effect of high hydrostatic pressure pretreatment and osmotic stress on mass transfer during osmotic dehydration. Journal of Food Engineering, 45 (1), 25–31.

[14] Raoult-Wack, A.L. (1994). Advances in osmotic dehydration. Trends in Food Science and Technology, 5, 255–260.

[15] Torreggiani, D. (1993). Osmotic dehydration in fruits and vegetable processing. Food Research International, 26, 59–68.

www.SID.ir

Archive of SID

pectinmethylesterase and calcium in osmotic dehydration and osmodehydrofreezing of strawberries. European Food Research and Technology, 226, 1145–1154.

[28] Garcia-Nogueira, j., Oliveira, F.I.P., Gallao, M.I., Weller, C.L., Rodrigues, S., &Fernandes, F.A.N. (2010). Ultrasound-Assisted osmotic dehydration of strawberries: effect of pretreatment time and ultrasonic frequency. Drying Technology, 28, 294-303.

[29] Sunjka, P.S. (2003).Microwave/vacuum and osmotic drying of cranberries. MScthesis. McGill University. Canada.

[30] Yu, L. (1998). Osmotic-air dehydration of cherries) blueberries.MSc thesis.University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba.

[31] Venkatachalapathy, K. (1998). Combined osmotic and microwave drying of strawberries and blueberries. Ph.Dthesis.McGill University. Canada.

[32] Perez, A.G., &Sanz, C. (2001).Effect of high-oxygen and high-carbon-dioxide atmospheres on strawberry flavor and other quality traits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 2370–2375.

[33] Moreno, J., Chiralt, A., Escriche, I., & Serra, J.A. (2000).E ect of blanching/osmotic dehydration combined methods on quality and stability of minimally processed strawberries. Food Research International, 33, 609-616.

[34] Phisut, N., Rattanawedee, M., &Aekkasak, K. (2013).Effect of osmotic dehydration process on the physical, chemical and sensory properties of osmo-dried cantaloupe. International Food Research Journal, 20, 189-196.

[35] Haminiuk, Ch.W.I., Oliveira, C.R.G., Fountoura, P.S.G., Freitas, R.J.S., & Vidal Bezerra, J.R.M. (2004). Effect of freezing and osmatic dehydration on strawberry of the chandler variety.RevistaCiênciasExatas e Naturais, 6, 257-264.

[36] Devic, E., Guyot, S., Daudin, J., &Bonazzi, C. (2010).Effect of temperature and cultivar on polyphenol retention and mass transfer during osmotic dehydration of apples. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58, 606-616.

[37] Vijayakumari, K., Pugalenthi, M., &Vadivel, V. (2007).Effect of soaking and hydrothermal processing methods on the levels of antinutrients and in vitro protein digestibility of Bauhinia purpurea L. seeds. Food Chemistry, 103, 968-975.

[16] Singh, B., Kumar, A.,& Gupta, A.K.(2005).Study of mass transfer kinetics and effective diffusivity during osmotic dehydration of carrot cubes. Journal of food Engineering, 79,471-480.

[17] AOAC. Official methods of analyisis of AOAC international (17th ed).2000.

[18] He, Y., Ji, Z., & Li, S. (2007). Effective clarification of apple juice using membrane filtration without enzyme and pasteurization pretreatment. Separation and Purification Technology, 57, 366–373.

[19] Gökmen,V., Artık, N., Acar, J., Kahraman, N., &Poyrazog˘lu, E. (2001). Effects of various clarification treatments on patulin, pHenolic compound and organic acid compositions of apple juice. European Food Research and Technology, 213, 194–199.

[20] Azadmard Damirchi S. Food Chemistry and Food Analysis. 1391; Amidi Publications, Tabriz.Page 475.[Persian].

[21] Rodriguez-Saona, L.E., Giusti, M.M., Robert, W.D., & Ronald, W.E. (2001). Development and process optimization of red radish concentration extract as potential natural red colorant. Journal of Food Processing Preservation, 25, 165–182.

[22] Orak, H. (2007). Total antioxidant activities, pHenolics, anthocyanins, poly pHenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. ScientiaHorticulturae, 111, 235–241.

[23] Terada, M., Watanabe, Y., Kunitomo, M., & Hayashi, E. (1978).Differential rapid analysis of ascorbic-acid and ascorbic-acid 2-sulfate by dinitropHenylhydrazine method. Analytical Biochemistry, 84, 604–608.

[24] Karathanos, V.T., &Kostaropoulos, A.E. (1995). Air-drying kinetics of osmoticaly dehydrated fruits. Drying Technology, 13(5-7), 1503-1521.

[25] Taiwo, K.A., Eshtiaghi, M.N., Ade-Omowaye, B.I.O., & Knorr, D. (2003). Osmotic dehydration of strawberry halves: influence ofosmotic agents and pretreatment methods on mass transfer and product characteristics. International Journal of Food Science and Technology, 38, 693–707.

[26] Prinzivalli, C., Brambilla, A., Maffi, D., Scalzo, R.L., &Torreggiani, D. (2006).Effect of osmosis time on structure, texture and pectic composition of strawberry tissue. European Food Research and Technology, 224, 119–127.

[27] Van Buggenhout, S., Grauwet, T., Van Loey, A., &Hendrickx, M. (2008).Use of

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation on dried strawberries using osmotic dehydration

Sharafatkhah-Azari, SH. [1], Fathi-Achachlouei, B. [2*], Kazem Alirezalu[3]

1. MSc, Dept. of Food Science and Technology, Azad University of Sarab, Sarab, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3. Ph.D student, Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

(Received: 2015/07/25 Accepted: 2015/10/05)

Osmotic drying process is using of hypertonic solution (osmotic) for the disposal of water in the product. In this study, optimizing in the drying of strawberry was investigated based on chemical and sensory properties. Water loss (%WL) and solid gain (%SG) were used to choose of the best treatment to produce of dried strawberries during 5 hours and at 1, 2, 3, 4 and 5 hours by different osmotic solutions at two different temperatures. The used treatments were including of different osmotic solutions and different content of calcium chloride (%0.75 and %1.5) at 35$^{\circ C}$ and 45$^{\circ C}$. The results showed that the best treatment among the eight different treatments was the treatment 8 (osmotic solution containing 50% fructose and 20% sucrose, 1/5% calcium chloride and treatment time of 5 hours at 45°C) which made to the better drying of strawberries in compared with the other treatments. Moisture content (%28 and %88), pH (3.55 and 3.15), acidity (% 0.043 and % 0.053), Brix (%24and %6), total sugar (%14.5 and %4.5), vitamin C (9 and 25.5mg/100 g) and Anthocyanin (75.5 and 102.75 mg/kg) were in the strawberry samples dried by osmotic method and the control, respectively. Moreover, sensory properties of osmotic dried strawberries including, appearance, color, firmness and flavor were better in comparison to control sample.

Keywords: Osmotic Drying, Strawberry, Chemical and sensory properties, Vitamin C, Anthocyanin

* Corresponding Author E-Mail Address: bahram1356@yahoo.com

www.SID.ir