استفاده از فناوری خشک کردن و انجماد (دهیدروفروزن) در افزایش ماندگاری برگه‌های چغندرقرمز

جواد اسدی[1*]، مهدی قیافه داودی[2]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

۲- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۱۵)

چکیده

استفاده از تکنولوژی‌های ترکیبی می‌تواند سبب کاهش معایب تکنیک‌های گوناگون در کاربرد مستقل هر یک از آن‌ها گردد. در این پژوهش استفاده از کاربرد فرآیند اسمزی و هوای داغ و ترکیبی از خشک کردن و انجماد در چغندرقرمز مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش، برش‌های چغندر قرمز به صورت ورقه‌ای و مکعبی تهیه و در محلول نمک به عنوان عامل اسمزی و ترکیب اسید سیتریک و آسکوربیک در دو سطح ۰/۱ و ۰/۳ درصد قرار داده شد. نمونه‌های ورقه‌ای به مدت ۷۵ دقیقه و نمونه‌های مکعبی به مدت ۱۱۵ دقیقه در خشک‌کن آبگیری شدند و پس از آن در ظروف پلی اتیلنی بسته‌بندی شدند و در فریزر با دمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در روز صفر و بعد از یک ماه آزمون‌های اسیدیته، فعالیت آبی، پردازش رنگ و خصوصیات بافتی تیمارها بررسی گردید. نتایج آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Spss نسخه‌ی **۲۰** بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آزمون‌های مختلف در بازه یک ماه نشان داد که تیمار مکعبی ۰/۳ نسبت به سایر تیمارها بهترین و نزدیکترین خصوصیات را از نظر بافت، رنگ و ویژگی‌های کیفی به نمونه تازه چغندر قرمز داشت.

کلید واژگان: اسید سیتریک، اسید آسکوربیک، دهیدروفروزن، منجمد کردن، چغندرقرمز

* مسئول مکاتبات: javadasadi3318@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

چغندر قرمز با نام علمی *Beta vulgaris* گیاهی است دو ساله از تیره اسفناج که به‌صورت گیاهی یک‌ساله زراعت می‌شود. چغندر قند ازمواد مغذی مختلفی از جمله آب، کربوهیدرات، پروتئین، انواع ویتامین‌ها، مواد معدنی مثل (کلسیم، پتاسیم، آهن، منیزیم، سدیم و فسفر)، اسید آسکوربیک و فیبر تشکیل شده است [۱]. طبق تحقیقات متعدد به عمل آمده ثابت شده است چغندر اثر پیشگیری کنندگی و همچنین درمانی فوق العاده‌ای را در برابر امراضی چون بیماری‌های قلبی، فشار خون بالا، انواع سرطان، چربی خون، دیابت، ناراحتی‌های کبدی، بیماری‌های گوارشی، زخم‌معده، یبوست، بواسیر، مجاری ادرار، التهاب مثانه، بیماری‌های عفونی، ضعف بدنی، کم‌خونی، یرقان، بیماری جذام، تنگی نفس و درمان تاول دارد [۲، ۳ و ٤].

چغندرقند در فصل خاصی برداشت می‌شود لذا در تمام فصول سال در دسترس نیست، هم‌چنین مدت زمان ماندگاری آن به‌دلیل داشتن میزان بالای آب محدود می‌باشد، بنابراین با توجه به خصوصیات منحصر به‌فرد این محصول لازم است روش‌هایی اتخاذ شود تا بتوان این محصول را به آسانی با کیفیت قابل قبول در تمام فصول سال در دسترس مصرف‌کنندگان قرار دهیم.

دهیدروفروزن یکی از روش‌هایی است که به تازگی سبب توسعه تکنیک‌های انجماد مواد غذایی تازه شده است. در این تکنیک رطوبت مواد غذایی مثل گیاهان و میوه‌ها با میزان رطوبت بالا تا حد مطلوب کاهش می‌یابند و سپس منجمد می‌شوند [۵ و ٦]. از لحاظ تئوری کاهش رطوبت نه تنها باعث کاهش مقدار آب منجمد می‌شود بلکه ساختار سلول نیز کمتر مستعد از بین رفتن قرار می‌گیرد. خشک کردن انجمادی اسمزی ترکیبی از فرآیند استفاده از محلول اسمزی و در ادامه خشک کردن با هوا و سپس انجماد است [۷]. دهیدروفروزن یکی از فرایندهای مکمل و نگهداری در فرایند آبزدایی مواد غذایی است، که منجر به دستیابی به اهدافی مانند کاهش آسیب حرارتی در رنگ، طعم و جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی، بهبود خصوصیات حسی و کاهش اتلاف انرژی می‌شود [۵]. هم‌چنین این روش باعث افزایش انبارمانی، کاهش آروما در طی فرایند حرارتی و نیمه حرارتی و حداقل تغییرات بافت طی فرایند انجماد می‌شود [۸ و ۹].

تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از روش خشک کردن اسمزی و به‌دنبال آن منجمد کردن سبب بهبود رنگ و پارامترهای مکانیکی و در کاهش خروج شیرابه و درنهایت بهبود بافت و کیفیت محصولات مختلفی از قبیل زردآلو برگه‌های آناناس شد [٦]. در پژوهشی بر روی نخود سبز نشان داده شد که نخود سبز خشک و منجمد شده و پیش تیمار شده در محلول آب و نمک طعام، امتیاز خصوصیات حسی سختی، طعم، بو، پذیرش کلی و بافت بالاتر و مطلوب‌تری از نمونه شاهد داشت در نتیجه محصولات فرایند شده با این روش بازارپسندی بیشتری داشتند [۱۱]. تاکوئیس و همکاران در سال ۲۰۰۷ ترکیب خشک کردن و انجماد گوجه فرنگی را بررسی کردند، نتایج حاکی از این بود که این روش باعث افزایش کیفیت و حفظ مواد مغذی و ترکیبات فیزیکی و شیمیایی در محصول نهایی می‌شود [۱۲].

هدف از انجام این پژوهش افزایش زمان ماندگاری چغندرقند با استفاده از فناوری ترکیبی خشک کردن و انجماد بوده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

چغندرها از سطح شهر و به‌صورت یکجا خریداری شد، اسید سیتریک و اسیدآسکوربیک از شرکت Merck آلمان و کلرید کلسیم از شرکت شیمی گستر تهیه شد.

۲-۲- روش‌ها

در این آزمایش از ترکیب سه فرایند استفاده شد، که به ترتیب شامل استفاده از محلول اسمزی، خشک کردن با خشک‌کن کابینتی که در واقع سبب کاهش رطوبت چغندر قند می‌شود و سپس انجماد در فریزر بود.

ابتدا چغندرها شسته شدند و پوست‌کنی دستی انجام گرفت. با توجه به منابع به شکل قطعات ورقه‌ای و مکعب با ابعاد ۲×۲ درآورد شدند. محلول نمک به‌عنوان عامل اسمزی به همراه مخلوط اسید سیتریک و اسید آسکوربیک در دو سطح (۰/۱ و ۰/۳ درصد) و در هر محلول مقدار ۰/۱ درصد کلرید کلسیم جهت حفظ بافت استفاده گردید. هم‌چنین دمای محلول اسمزی ۳۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد [۱۳].

Archive of SID

www.SID.ir

Table 1 The shape and amount of citric acid and ascorbic acid in each samples

Samples	Shape	Citric acid (%)	Ascorbic acid (%)
1	cube	0.1	0.1
2	slice	0.1	0.1
3	cube	0.3	0.3
4	slice	0.3	0.3

۲-۲-۱- تهیه نمونه‌ها

نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در محلول اسمزی غوطه‌ور شدند، سپس به‌وسیله آبکش آبگیری و نمونه‌های ورقه‌ای به مدت ۷۵ دقیقه و نمونه‌های مکعبی به مدت ۱۱۵ دقیقه در خشک‌کن کابینتی با جریان هوای گرم و دمای ٦٠ – ٥٥ درجه سانتی‌گراد و سرعت جریان هوای m/s ۲ – ۱/۵ قرار داده شدند. نمونه‌ها پس از خروج از خشک‌کن پس از سرد کردن اولیه در ظروف پلی اتیلنی بسته‌بندی و در فریزر با دمای ۲۵ – درجه سانتی‌گراد منجمد گردیدند، نمونه‌ها بر اساس روش گل خندان و همکاران (۱۳۹۰) انجام گرفت [۱۳]. پس از دوره نگهداری نمونه‌ها انجمادزدایی شده و آزمایشات زیر بر روی آن‌ها ارزیابی شد.

۲-۲-۲- ارزیابی خصوصیات محصول نهایی

- بافت‌سنجی

برای اندازه‌گیری بافت چغندر تازه و فراوری شده از دستگاه بافت‌سنج QTS مدل CNS Farnell, UK، Hertfordshire استفاده گردید. بدین طریق نیروی لازم برای نفوذ یک پروپ سوزنی با انتهای صاف به قطر ۳ میلی‌متر و با سرعت ۳۰ میلی‌متر در ثانیه به داخل چغندر محاسبه گردید. پارامتر اندازه‌گیری شده در این آزمون سفتی بافت بود [۷].

- فعالیت آبی

فعالیت آبی نمونه بعد از فرایند کاهش رطوبت از طریق خشک‌کن کابینتی با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فعالیت آبی (Novasina msl-aw axair ltd) ساخت کشور سوئیس در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری گردید[١٤].

- اسیدیته

برای آماده‌سازی نمونه‌ها پس از خشک شدن و بعد از دوره انجماد ابتدا نمونه‌ها خرد و نرم شد، ۳ گرم از نمونه را در ارلن ریخته و ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه و بعد از آن محلول صاف شد. به محلول معرف فنل فتالئین اضافه و آن‌را با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ صورتی تیتر گردید [۱۵].

- پردازش تصویر

از هر نمونه تصویری با استفاده از دستگاه اسکنر (HP Scanjet G3010) با وضوح ۳۰۰ پیکسل تهیه و تصاویر با فرمت JPG ذخیره شدند، و به‌وسیله نرم افزار Image j سه شاخص *L، *a و *b با فعال کردن گزینه Pluging نرم افزار محاسبه شد. مؤلفه *L معدل روشنایی تصویر که بین ۰ معادل مشکی و ۱۰۰ معادل انعکاس کامل نور است. مقادیر مؤلفه *a بین ۱۲۰ – تا ۱۲۰ + است مقادیر مثبت معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز است. مقادیر *b بین ۱۲۰– تا ۱۲۰ + است و مقادیر مثبت معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است [١٦].

۲-۲-۳- تجزیه تحلیل آماری

نتایج بدست آمده از این آزمایشات با استفاده از نرم افزار Spss نسخه ی ۲۰ بر پایه ی طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. هریک از نمونه‌ها در ۲ تکرار تهیه و آزمون‌های مربوطه در مورد آن‌ها در قالب آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LCD) در سطح معنی‌داری ۰/۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند و در نهایت جهت ترسیم نمودارها از نرم افزار Microsoft Excel استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- فعالیت آبی

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود میزان فعالیت آبی نمونه‌ها در بازه زمانی یک ماه کاهش معنی‌داری در سطح $p\leq ۰/۰۵$ داشتند. بیشترین میزان فعالیت آبی در نمونه شاهد و نمونه مکعبی در محلول ۰/۳ اسید سیتریک و اسید آسکوربیک و کمترین میزان در نمونه ورقه‌ای در محلول ۰/۳ اسید سیتریک و اسید آسکوربیک مشاهده شد. فعالیت آبی نشان دهنده آب قابل دسترس یا آب آزاد است که قابل استفاده برای میکروارگانیسم‌ها نیز می‌باشد. هرچه میزان فعالیت آبی در یک محصول کمتر باشد زمان ماندگاری آن طولانی‌تر می‌شود. در یک ماده غذایی منجمد شده تشکیل کریستال‌های یخ باعث افزایش غلظت مواد محلول در آب منجمد شده می‌شود و به‌دنبال آن فعالیت آبی کم می‌شود. همچنین در نمونه‌های فرآیند شده با روش ترکیبی خشک کردن و انجماد، فرآیند خشک کردن که شامل دو بخش خشک کردن اسمزی و خشک کردن با هوای داغ است سبب کاهش فعالیت آبی در محصول

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود، بنابراین با استفاده از تکنولوژی خشک کردن و منجمد کردن می‌توان فعالیت آبی چعندر قند را کاهش داد و در نتیجه مدت زمان نگهداری آن را طولانی‌تر کرد [۱۷].

میزان فعالیت آبی در نمونه‌های چغندرقند به‌صورت ورقه‌ای نسبت به نمونه‌های مکعبی کمتر بود که دلیل آن را می‌توان به بیشتر بودن سطح تماس و به‌دنبال آن خروج بیشتر رطوبت از نمونه‌های ورقه‌ای نسبت به نمونه‌های مکعبی نسبت داد.

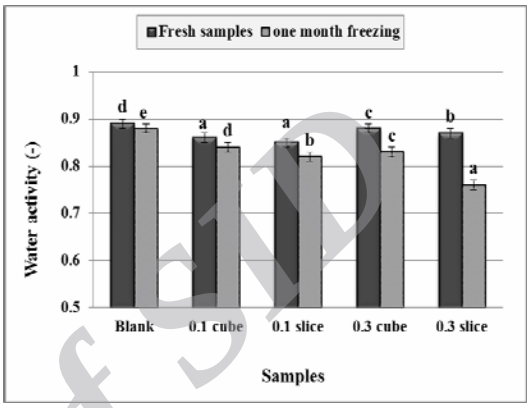

Fig 1 Effect of different treatments on water activity of fresh and one month frozen storage samples
(Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

۳-۲- ارزیابی رنگ

امروزه به‌طور گسترده‌ای از اسیدهای مختلف برای کنترل قهوه‌ای شدن آنزیمی استفاده می‌شود استفاده از اسیدهای سیتریک، آسکوربیک که به‌طور طبیعی نیز در بافت‌های گیاهی موجوداند، با پایین آوردن pH در بافت میوه و سبزی سبب به تاخیر انداختن پیشرفت واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی خواهد شد [۱۸].

به‌طور کلی مؤلفه L^* میزان روشنایی، مؤلفه a^* میزان قرمزی تا سبزی و مؤلفه b^* میزان زردی تا سبزی را نشان می‌دهد. هرچه میزان مؤلفه L^* بیشتر باشد یعنی روشنایی نمونه بیشتر است پس به طبع باید مقدار مؤلفه a^* که بیانگر قرمزی است کمتر و مقدار مؤلفه b^* که بیانگر زردی است بیشتر باشد.

۳-۲-۱- مؤلفه L^*

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود مقایسه میزان روشنایی برگه‌های چغندر قند تازه و نگهداری شده به‌صورت منجمد بعد ار یک ماه نشان می‌دهد تنها در نمونه‌های شاهد ورقه‌ای ساده و مکعبی بین نمونه تازه و نگهداری شده کاهش روشنایی اختلاف معنی‌داری در سطح معنی‌داری $p\leq ۰/۰۵$ داشته است و در بقیه نمونه‌ها اگرچه میزان روشنایی کمتر شده است اما اختلاف آن‌ها معنی‌دار نبوده است. همان‌طور که در نتایج مشاهده می‌شود نمونه مکعبی در محلول ۰/۳ بیشترین روشنایی را بین نمونه‌های دیگر داشته است و میزان روشنایی نمونه تازه با بعد از یک ماه نگهداری اختلاف معنی‌داری در سطح $p\leq ۰/۰۵$ نداشت.

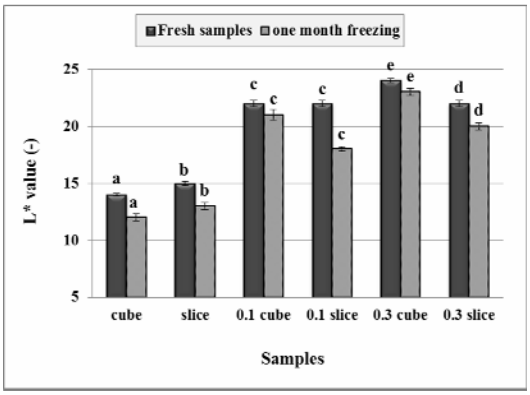

Fig 2 Effect of different treatments on L* value of fresh and one month frozen storage samples
(Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

طبق نمودار نمونه شاهد کمترین روشنایی را دارد زیرا فاقد تیمار اسمزی می‌باشد. محلول اسمزی باعث حفظ روشنایی نمونه‌های تیمار شده می‌باشد. اسید نقش مهمی در روشنایی نمونه دارد و نمونه‌های تیمار شده با اسید آسکوربیک و سیتریک ۰/۳ درصد روشنایی بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها دارند. به‌طور کلی فرایند خشک کردن، به‌خصوص قرار گرفتن نمونه‌ها در داخل خشک‌کن منجر به کاهش شفافیت نمونه‌ها می‌گردد. این نتایج با نتایج فرآیند دهیدروفروزن بر روی آلو انجام شده توسط کریمی‌فر و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد [۱۹].

۳-۲-۲- مؤلفه a^*

با توجه به شکل ۳ میزان مؤلفه a^* در بازه یک ماه در تمامی تیمارها افزایش یافت که این تغییر فقط در تیمار مکعبی ۰/۳ معنی‌دار نبود، به‌طوری‌که در فاصله زمانی یک ماه تفاوت معنی‌داری در سطح $p\leq ۰/۰۵$ در میزان مؤلفه a^* مشاهده نشد.

Archive of SID
www.SID.ir

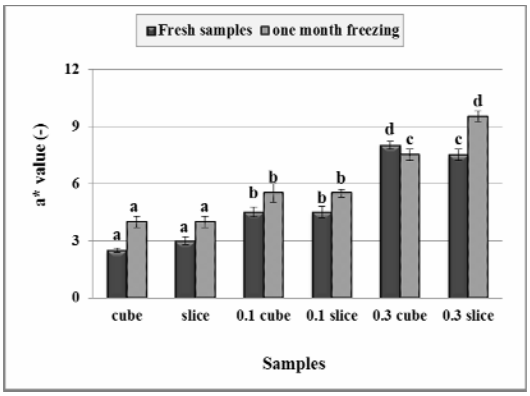

Fig 3 Effect of different treatments on a* value of fresh and one month frozen storage samples (Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

دمسونوگلو و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که خشک کردن باعث تغییر در رنگ گوجه‌فرنگی به سمت قرمز تیره می‌شود که با افزایش مقدار a* و مقادیر b* و کاهش L^* نمود می‌یابد. همچنین تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد هرچه میزان کاهش رطوبت بیشتر باشد به‌علت بیشتر شدن غلظت پیگمان‌های رنگی مقدار مؤلفه a* افزایش می‌یابد [۲۰].

۳-۲-۳- مؤلفه b^*

با توجه به شکل ٤ میزان مؤلفه b* در بازه یک ماه تمام نمونه‌های حاوی محلول اسمزی افزایش یافت و این افزایش در تیمار مکعبی با محلول ۰/۳ اسید سیتریک و اسید آسکوربیک بیشترین مقدار را داشت. علت آن نیز افزایش غلظت پیگمان‌های رنگی موجود در چغند قند با کاهش رطوبت آن است.

همان‌طور که در نتایج پردازش رنگ برگه‌های چغندرقند مشاهده می‌شود استفاده از محلول اسمزی کلرید کلسیم به همراه اسید سیتریک و آسکوربیک در غلظت ۰/۳ درصد سبب حفظ رنگ نمونه‌های مکعبی در چغندر در چرخه فرآیند خشک کردن و نگهداری به‌صورت منجمد شد.

ترجیانی و برتلو (۲۰۰۵) رنگ نمونه‌های خیار منجمد شده با محلول اسمزی و خشک کردن را در مدت نگهداری به‌صورت منجمد را بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که نمونه‌های با پیش تیمار اسمزی و خشک شده و منجمد شده نسبت به نمونه‌های فرآوری نشده حفظ رنگ بیشتری داشتند و بیان کردند که خشک کردن و محول اسمری قبل از خشک کردن سبب کاهش رنگ و کیفیت خیار منجمد شده می‌شود [۲۱].

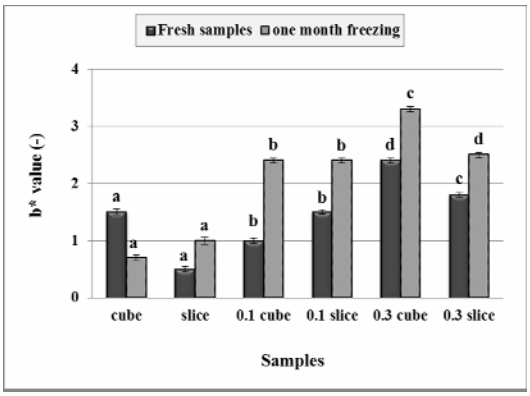

Fig 4 Effect of different treatments on b* value of fresh and one month frozen storage samples (Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

۳-۳- اسیدیته

مطابق با شکل ۵ میزان اسیدیته در بازه یک ماه در تمامی تیمارها به‌غیر از تیمار ورقه‌ای ۰/۱ کاهش معنی‌داری در سطح $p\leq$۰/۰۵ مشاهده شد. کمترین میزان اسیدیته بعد از نمونه شاهد تیمار مکعبی ۰/۱ بود. با توجه به این که اسیدها باعث افزایش اسیدیته می‌شوند، طبیعی است که نمونه‌های تیمار شده با اسید، باید نسبت به نمونه شاهد، دارای اسیدیته بیش‌تری باشند، که این حالت در مورد نمونه‌های مورد آزمایش صدق می‌کند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، چون اسید سیتریک قدرت اسیدی بیش‌تری دارد، نمونه‌های تیمار شده با اسید سیتریک ۰/۳ درصد دارای اسیدیته بیش‌تری هستند.

۳-٤- سفتی بافت

همان‌طور که در شکل ٦ مشاهده می‌شود سفتی نمونه‌های چغندر قند در بازه زمانی یک ماه نگهداری به‌صورت منجمد افزایش داشت، سفت‌تر شدن بافت در نمونه شاهد چشمگیرتر بود اما در نمونه‌های پیش تیمار شده با محلول اسمزی افزایش سفتی کمتر شده بود.

Archive of SID
www.SID.ir

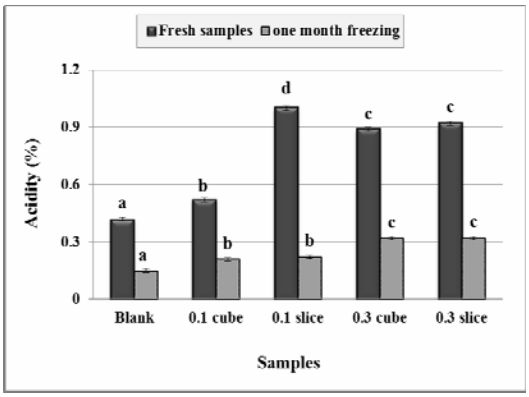

Fig 5 Effect of different treatments on acidity of fresh and one month frozen storage samples (Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

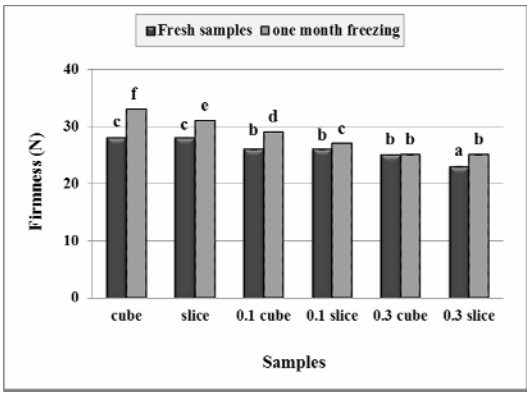

Fig 6 Effect of different treatments on firmness of fresh and one month frozen storage samples (Means with different letters differ significantly in $p<0.05$)

اگرچه در نمونه مکعبی با محلول اسمزی کلرید کلسیم و ترکیب ۰/۳ درصد اسید سیتریک و آسکوربیک بین نمونه تازه و بعد از یک ماه تفاوت معنی‌داری نبود. نکته قابل ذکر این است که استفاده از اسید سیتریک و آسکوربیک در فرمولاسیون باعث نرم‌تر شدن بافت چغندر قند می‌شود و با افزایش درصد اسید نرم‌تر شدن بافت افزایش می‌یابد اما نرمی آن مطلوب است و در محدوده بافت چغندر تازه بود. ترجیانی (۱۹۹۵) بر روی تأثیر تکنولوژی ترکیبی خشک کردن و انجماد بر ساختار و بافت مطالعاتی انجام دادند. این محققان اذعان داشتند که میوه‌های تازه و سبزیجات آب زیادی دارند دیواره آن‌ها انعطاف‌پذیری کمتری دارند، در نتیجه نسبت به بلورهای یخ تشکیل شده در حین انجماد آسیب‌پذیر می‌باشند. هرچند افزایش سرعت انجماد می‌تواند احتمال تشکیل بلور یخ بزرگ را کاهش می‌دهد، اما هنوز آسیب‌دیدگی بافت هنوز اجتناب ناپذیر است که به دلیل وجود مقادیر زیاد آب می‌باشد ولی استفاده از فرآیند ترکیبی خشک کردن اسمزی و انجماد باعث حفظ بافت میوه در هنگام انجماد می‌شود و هزینه بسته‌بندی، توزیع و انبار را کاهش می‌دهد [۲۱].

تحقیقات رامالو و ماسکرونی (۲۰۱۰) نیز نشان می‌دهد محصولاتی که با عمل آوری اسمزی به‌دست می‌آیند، نسبت به محصولاتی که کاهش رطوبت در آن‌ها تنها از طریق هوای داغ انجام می‌شود، بافتی شبیه به میوه تازه دارند. هم‌چنین گزارش کردند که استفاده از اسید سیتریک، به دلیل قدرت بالای اسیدی سبب نرم‌تر شدن بافت میوه می‌گردد [۷].

٤- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از تکنولوژی ترکیبی خشک کردن و انجماد و استفادع از پیش تیمار توانست سبب بهبود کیفیت محصول نسبت به نمونه شاهد شود. نتایج نشان داد استفاده از فن‌آوری ترکیبی خشک کردن و انجماد باعث بهبود خواص انبارمانی برش‌های چغندر قرمز می‌شود. تیمار نمونه‌ها در محلول اسمزی قبل از ورود به خشک کن در حفظ رنگ نمونه ها موثر بود. بررسی نتایج آزمون‌های مختلف شیمیایی و بافت سنجی در بازه زمانی صفر و یک ماه نشان داد که تیمار مکعبی۰/۳ نسبت به سایر تیمارها بهترین حالت می‌باشد. استفاده از فن‌آوری دهیدروفروزن با توجه به حفظ کیفیت میوه در زمان انبارمانی بالا می‌تواند برای توزیع برش‌های تازه میوه خارج از فصل به کار گرفته شود. در نهایت بررسی نتایج آزمون‌های مختلف در بازه یک ماه نشان داد که تیمار مکعبی ۰/۳ نسبت به سایر تیمارها بهترین حالت می‌باشد.

٥- منابع

[1] Hasandokht, M.R. 1391. *Technology of Vegetable production*, Publication Selesele, 345.
[2] Kapadia,G., and Rao,G. 2012. Anticancer Effects of Red Beet Pigments,red beet biotechnology (e-Book), Pp:125-154.
[3] Kotamballi, N., Murthy, C., and Manchali, S. 2012. Anti-diabetic Potentials of Red Beet Pigments and Other Constituents, Red beet biotechnology (e-Book), Pp:155-174.
[4] Neelwarne, B., and Halagur, S. 2012. Red beet: An Overview, Red Beet Biotechnology (e-Book), Pp:1-43.

Archive of SID
www.SID.ir

[5] Torres, J.D, Talens, P., and Escriche, I.A. 2006 . Chiralt Influence of process conditions onmechanical properties of osmotically dehydrated mango. *Journal of Food Engineering*, 74: 204-246 .

[6] Cardinali, A., Barbieri, S., and Cerretani, L. 2009. Osmotic dehydro freezing of strawberries. Polyphenolic content, volatile profile and consumer acceptance. *Food science and technology*, 42:1-8.

[7] Ramallo, L.A., and Mascheroni, R.H. 2010. Dehydrofreezing of pineapple. *Journal of Food Engineering*, 99: 269-275.

[8] Petrotos, K.B. and H.N.Lazarides. 2001. Osmotic concentration of liquid foods. *Journal of Food Engineering*, 49:201-206 .

[9] Behsnilian, D., and Spiess, W.E. 2006. Osmotic dehydration of fruits and vegetables. IUFOST.13th World Congress of Food Science and Technology 17/12, Nantes, France.

[10] Karim, O.R., and Adebowale, A.A. 2009. A dynamic method for kinetic model of ascorbic acid degradation during air dehydration of pretreated pineapple slice. *International Food Research Journal*,16:555-560 .

[11]. Taoukis, S. 2008. Kinetic study of the effect of the osmotic dehydration pre-treatment to the shelf life of frozen cucumber. *Food Sciene and Engineering Technologies*, 9:1-18.

[12].Taoukis, S. 2008. Kinetic study of the effect of the osmotic dehydration pre-treatment to the shelf life of frozen cucumber. *Food Sciene and Engineering Technologies*, 9:1-18.

[13] Laveli., V., Zanoni, B., and Zaniboni, A. 2007. Effect of water activity on cartenoid degradatuin in dehydrated carrots. *Food Chemestry*, 104:1705-1711.

[14] Gol Khandan, N.V., Ameli, M., Ahmadzadeh,n R., and Ghiafeh Davoodi, M. 2012. Effect of osmodehydrofreeing on color and texture quality of strawberry. *National conference on food science*. Quchan, Iran.

[15] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN.

[16] Fathi, M., Mohebbi, M., and Razavi, S.M.A. 2009. Application of image analysis and artificial neuralnetwork to predict mass transfer kinetics and color changes ofosmotically dehydrated kiwifruit. *Food and Bioprocess Technology*, DOI: 10.1007/s11947-009-0222-y.

[17] Bingli, D.W.S. 2008. Novel methods for rapid freezing and thawing of foods. *Journal of food engineering*, 54: 1-5 .

[18] Madani, S. 2009. Investigating the possibility of replacing ascorbic acid So_2, citric and malic to improve the quality and color of dried plums. *Research Institute of Agricultural Engineering*, 30-42.

[19] Karimi Far, P. 1390. Effect of different treatments on plum fruit processing technology, using a combination of drying and freezing. The Msc thesis, Azad university of Quchan.

[20] Dermesonlouoglou, E.K., Giannakourou, M.C and Taoukis, P. 2007 . Kinetic modeling of the degration of quality of osmo – dehydration tomatoes during storage. *Food Chemistry*, 103: 2-7.

[21] Torreggiani, D., and Bertolo, G. 2005. Osmotic pre-treatments in fruit processing : chemical , physical and structural effects. *Journal of Food Engineering*, 49: 1-7.

[22] Torreggiani, D. 1995. Technological aspects of osmotic de hydration in foods. *Food Preservation by moisture control fundamentals and application Isopaw Practicum*, 11: 281-304

Archive of SID

www.SID.ir

Application of dehydro freezing technology on extension of shelf life of red beet

Asadi, J. [1*], Ghiafeh Davoodi, M. [2]

1. Department of Food Science and Technology, Quechan Branch, Islamic Azad University Quchan, Iran.
2. Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Mashad, Iran.

(Received: 94/2/17 Accepted: 95/1/15)

Application of combined technology can reduce the disadvantages of each other as compare to their individual process. Osmotic process along with hot air drying and freezing were applied on red beet pieces in this investigation. red beet divided to slices as well as cubes pieces before treatment with citric and ascorbic acids in two levels of 0.1 and 0.3 percent. red beet slices were semi dried in cabinet drier for period of 75 minutes and cubes for 115 minutes and then were placed into polyethylene bags for prior to freezing process in freezer with -25◦C. Different physicochemical characteristics such as acidity, water activity, image processing and texture were evaluated after 2 hour and 30 days. Statistical analysis of data with completely randomized design and SPSS software version 20 during one month preservation showed that cubes pieces of red beet in 0.3 percent of acid solution along with osmotic dehydration has the best and comparable texture, color and quality characteristics as compared to the fresh red beet.

Keywords: Citric acid, Ascorbic acid, Dehydrofrozen, Freezing, Red beet.

Archive of SID

*Corresponding Author E-Mail Address: javadasadi3318@yahoo.com

www.SID.ir