مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۹ شماره ۱/ سال ۱۳۹۸/ صفحات ۹۹ تا ۱۱۱

تغییرات ارزش غذایی کرفس در طی مراحل آماده سازی و نگهداری بصورت منجمد

ندا چنانی صالح[۱]، سید امیر حسین گلی[۲]، مریم حقیقی*[۳]، جواد کرامت[۲] و لاله مهدی‌پور[۱]

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۸

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[۲] دانشیارگروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
[۳] استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
* مسئول مکاتبه Email: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: درزندگی مدرن امروزی امکان دسترسی به سبزیجات تازه کمتر است و بکارگیری تکنیک‌های فرآوری و ذخیره‌سازی مناسب سبزیجات امری ضروری است. **هدف:** در این پژوهش، هدف اندازه‌گیری میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیک، محتوای آنتی‌اکسیدان و عناصر معدنی می-باشد. **روش کار:** اثر فرایندهای آنزیم بری (آبجوش وبخاردهی) و انجماد به دو روش خانگی (۱۸ °C-) و نیمه صنعتی (٤٠°C) بر ارزش تغذیه‌ای کرفس (*Appium graviolens var. dulce*) بررسی شد. **نتایج:** نتایج نشان داد پس از شش ماه، خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ویتامین ث و ترکیبات فنولیکی کاهش یافت و آنزیم‌بری با آب جوش سبب کاهش معنی‌دار میزان ویتامین ث و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به روش آنزیم‌بری با بخار در کرفس گردید. با گذشت زمان دو ماه میزان کاهش ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به میزان بیشتری نسبت به چهار و شش ماه کاهش یافت اما با گذشت زمان میزان کاهش روند کندتری یافت. گذر زمان سبب کاهش همه عناصر در کرفس گردید. **نتیجه‌گیری نهایی:** به طور کلی از بین صفات کیفی کرفس کاهش ویتامین ث تحت تاثیر تیمارهای مختلف بیش از سایر صفات بود. در اکثر صفات کیفی نوع فریزر اثر معنی‌داری نداشت ولی اثر زمان نگهداری معنی‌دار بود بطوریکه مقادیر با سرعت بیشتری در دو ماه اول انبارداری کاهش یافت.

واژگان کلیدی: کرفس، ترکیبات فنولیک، آنتی‌اکسیدان کل، انجماد، آنزیم‌بری، ویتامین ث

مقدمه

آنتی‌اکسیدان‌ها مواد شیمیایی هستند که یک الکترون به رادیکال‌های آزاد اهدا و آنها را تبدیل به مولکول‌های بی ضرر می‌نمایند. همچنین آنتی‌اکسیدان از تولید رادیکال های آزاد جلوگیری و سلول‌ها را از آسیب‌های اکسیداتیو که منجر به پیری و بیماری می‌گردد، حفظ می‌نماید (الینکا و همکاران ۲۰۱۲). سبزیجات با توجه به دارا بودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی زیاد از قبیل ویتامین ث، اسیدفولیک و بتا کاروتن از کیفیت تغذیه‌ای بالائی برخوردار و نیز منبع غنی از مواد معدنی ضروری به شمار می‌آیند (لیسیوسکا و همکاران ۲۰۰٦). به همین دلیل فواید و سلامتی ناشی از مصرف سبزیجات همیشه توسط

جوامع پزشکی وتغذیه‌ای تایید شده است (دانیسی و بوردونی ۲۰۰۸).

تولید سبزیجات تنها در فصول خاصی از سال امکانپذیر بوده و در سایر ایام امکان دسترسی به آنها وجود ندارد. این عامل به همراه ماهیت فسادپذیری بالای این محصولات فصلی، تأثیرات مفید آنها را بر سلامت انسان محدود می‌کند (هاردپ و همکاران ۲۰۰۲). یکی از ترکیبات مهم در طی فرآوری سبزیجات اسیداسکوربیک است که به عنوان یک کوفاکتور در واکنش‌های فیزیولوژیکی متعدد شرکت می‌کند (پری و کلین ۱۹۸۲) و از نظر غذایی بسیار حساس و به راحتی در اثر حرارت و تاثیر مواد قلیایی از دست می‌رود (هاردپ و همکاران ۲۰۰۲). مسلماً میوه‌جات و سبزیجات فرآوری شده ارزش غذائی کمتری نسبت به انواع تازه دارند و این عمدتاً بدلیل از بین رفتن ویتامین ث در طی فرآوری سبزیجات می‌باشد (تین و همکاران ۲۰۰٤). میزان این ویتامین بسته به نوع سبزی می‌تواند تحت تاثیر روش‌های آماده‌سازی از قبیل شستشو و خرد کردن و همچنین حرارت و انبارداری کاهش یابد (نورسال و یاسیکان ۲۰۰۷). دانسی وهمکاران (۲۰۰۸) تغییرات محتوای آنتی‌اکسیدان کل را در سه نوع روش پخت (جوشاندن ۲۰دقیقه در ۱/۵ لیتر آب شور، بخاردهی ۳۰ دقیقه وحرارت دهی در مایکروویو ۷۰۰ وات برای ۵ دقیقه) برای سبزیجات تازه ومنجمد (هویج، کدو،گوجه، لوبیاسبز، نخودسبز، فلفل دلمه زرد) بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که علی رغم عقیده موجود که پخت وانجماد بعنوان عوامل مخرب آنتی‌اکسیدان‌ها به حساب می‌آیند این موضوع همیشه صادق نبوده و بستگی به نوع سبزی دارد.

یکی دیگر از ترکیبات مهم غذایی، ترکیبات فنولیک است که جزء متابولیت‌های ثانویه گیاه بوده و در انواع گیاهان یافت می‌شوند (ساتسیتینگ و همکاران ۲۰۰۰). این ترکیبات اجزایی از رژیم غذایی انسان هستند (کارابرو و همکاران ۲۰۰٤) و اثرات مفید فنول‌های گیاهی در ممانعت از بیماری‌ها به خاصیت آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات وابسته است (آندلور و همکاران ۲۰۰۳). مصرف ترکیبات فنولیک موجب کاهش مرگ و میر ناشی از بیماری گرفتگی عروق کرونر قلب و همچنین کاهش بروز بیماری های قلبی-عروقی و مغزی-عروقی می‌شوند (مینوسی و همکاران ۲۰۰۳). بیشترین اثرات مفید فلاونوئیدها به اثرات آنتی-اکسیدانی و توانایی آنها در شلاته کردن یون‌های فلزی مربوط می شود. توانایی این ترکیبات در جلوگیری از اکسیدشدن لیپوپروتئین با دانسیته پایین اثر منحصربه فردی در کاهش بیماری‌های قلبی-عروقی دارد (ساری و همکاران ۱۹۹۵). در زمینه تاثیر نگهداری و فرآوری سبزیجات بر میزان ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی-اکسیدانی مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته و مشخص شده که میزان این ترکیبات بسته به نوع سبزی تحت تاثیر روش‌های آماده‌سازی و همچنین فرآوری و انبارداری تغییر می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که در بعضی از سبزیجات مانند نخود فرنگی حرارت موجب کاهش میزان ترکیبات فنولیک می‌شود که این امر می‌تواند به دلیل تجزیه این ترکیبات در طی فرایند حرارتی باشد ولی در بعضی از سبزیجات مانند لوبیا سبز حرارت و پخت موجب افزایش میزان این ترکیبات می‌شود (ترکمن و همکارن ۲۰۰٤).

نقش عناصر معدنی در سلامتی و عملکرد مناسب بدن انسان سال‌هاست که شناخته شده است (کیمورا و ایتوکاوا ۱۹۹۰). برخی از عناصر در بافت‌های سخت مثل استخوان، برخی در بافت‌های نرم و برخی نیز در مایعات بدن یافت می‌شوند و نقش‌های بیولوژیکی مختلفی را ایفا می‌کنند. مطالعاتی که در زمینه تاثیر نگهداری و فرآوری سبزیجات بر میزان عناصر معدنی صورت گرفته نشان می‌دهد که میزان این عناصربسته به نوع سبزی تحت تاثیر روش‌های مختلف آماده‌سازی تغییر می‌کند و این تغییر در مورد همه عناصر از الگوی ثابتی پیروی نمی‌کند (لیسیوسکا و همکاران ۲۰۰٦). تغییر در میزان ویتامین‌ها و مواد مغذی سبزیجات در طول حمل‌ونقل، فرایند و انبارداری بستگی به نوع سبزی، تنوع ژنتیکی، شرایط قبل

از برداشت و پس از برداشت، نوع فرایند ومراحل آماده سازی دارد (بارت ۱۹۹۵).

انجماد یکی از بهترین روش‌های نگهداری سبزیجات فصلی خام با بهترین کیفیت به هنگام نگهداری طولانی مدت می‌باشد. اگر عملیات انجام شده روی اصول شناخته شده‌ی علمی و به طور صحیح انجام شود کیفیت غذاهای نگهداری شده به صورت منجمد بهتر از هر روش دیگر می‌باشد. اگرچه مواد مغذی در محصولات منجمد بیش از سایر شیوه های نگهداری حفظ می‌شوند ولی میزان بالائی از این ترکیبات طی مراحل آماده سازی از بین می‌روند (گومز ۱۹۸۱). یکی دیگر از مراحل آماده‌سازی سبزیجات قبل از انجماد آنزیم بری می‌باشد که نوعی فرآیند دمایی است که برای از بین بردن آنزیم‌های طبیعی و جلوگیری از واکنش‌های بیولوژیکی و شیمیایی انجام می‌گیرد (تین و همکاران ۲۰۰٤). از مزایای این روش می‌توان به غیر فعال کردن آنزیم‌ها و جلوگیری از تغییر طعم، بو و رنگ، از بین بردن تعداد زیادی از میکروب‌های موجود در سطح محصول، تثبیت رنگ سبزیجات اشاره کرد (بینون ۱۹۸۵). از آنجائی که ترکیبات مغذی سبزیجات کاملاً به تازگی آنها ارتباط داشته و در زندگی مدرن امروزی امکان دسترسی به سبزیجات تازه کمتر است، بکارگیری تکنیک‌های انبارداری و یا فرآوری مناسب سبزیجات امری ضروری است (ساهلین و همکاران ۲۰۰٤). بنابراین در این پژوهش، با اندازه‌گیری میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیک، محتوای آنتی‌اکسیدان کل و عناصر معدنی به بررسی اثر فرایندهای آنزیم بری وانجماد بر ارزش تغذیه ای سبزی پر مصرف کرفس در طی ٦ ماه پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثر مراحل آماده‌سازی، انجماد و رفع انجماد بر میزان کل ترکیبات فنولیک، اسیدآسکوربیک، محتوای آنتی‌اکسیدان‌کل و عناصر معدنی کرفس آزمایشی انجام شد. بدین منظور، کرفس سبز بصورت تازه از بازار محلی تهیه و سپس نیمی از آنها به مدت ۵ دقیقه در آب خیس کرده و کاملا شسته شد و نیمی به صورت نشسته جهت پژوهش نگهداری شد. پس از شستشو کرفس به قطعات ریز با اندازه تقریبی ۰/۵cm×۰/۵cm به صورت دستی خرد شد. سپس نمونه ها به دو روش آنزیم بری شد. در این پژوهش دو روش آنزیم‌بری استفاده گردید در یک روش نمونه‌ها به مدت ۱۸۰ ثانیه در داخل آب‌جوش (۹۵°C) غوطه‌ور شده و بلافاصله بوسیله آب سرد تا دمای ۲۰°Cخنک شدند (آندلور و همکاران ۲۰۰۳). در روش دوم، نمونه‌ها در سینی‌های استیل مخصوص در تونل بخار قرار گرفته که مدت زمان بخاردهی ۱۰۰ ثانیه و در دمای ۱۰۰ °C بود. سپس نمونه‌ها با آب سرد تا دمای۲۰ °C خنک شد. پس از آنزیم‌بری، جهت انجماد کرفس‌ها به دو روش خانگی(دمای۱۸ °C-) و نیمه صنعتی (دمای٤٠°C-) منجمد و در نهایت بسته بندی شده و در فریزر به مدت ٦ ماه نگهداری شدند. از هر دو نوع نمونه فریز شده در فواصل زمانی ٦٠ روزه تا انتهای دوره نگهداری نمونه برداری صورت گرفت. به منظور انجام آزمایش‌ها در طی انبارداری، نمونه ها ابتدا به روش پخت در آب جوش (۵ دقیقه در دمای ۹۵°C) رفع انجماد شدند (آندلور و همکاران ۲۰۰۳). در پایان میزان کل ترکیبات فنولیک، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ، ویتامین ث، میزان املاح کلسیم، منیزیم،آهن، پتاسیم، روی، مس و منگنز اندازه‌گیری شدند.

میزان کل ترکیبات‌فنولیک، به شیوه فولین سو-کالتو اندازه‌گیری و با دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول‌موج ۷٦۵ نانومتر قرائت شد. سپس با استفاده از نمودار استاندارد، میزان ترکیبات فنولیک نمونه به دست آمد (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹).

برای اندازه‌گیری اسیدآسکوربیک یا همان ویتامین ث ۱۰ گرم از نمونه هموژن شده را با تری‌کلرواستیک اسید به حجم ۱۰۰میلی‌لیتر رسانده و در ادامه ۱۰ سی‌سی از آن را با معرف ۲و٦ دی‌کلرو اندوفنل تیتر کرده سپس یک محلول استاندارد از ویتامین ث را با همین معرف تیتر کرده و یا یک تناسب ساده مقدار ویتامین ث هر نمونه

تعیین می‌شود (لیزیویسکا و همکاران، ۲۰۰۶) و اندازه گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه به شیوه DPPH انجام شد. عصاره گیاهی در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. سپس فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی DPPH از فرمول زیر محاسبه گردید. نمونه کنترل شامل ۵ میلی‌لیترDPPH و ۰/۱ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ بود که معمولاً بیشترین جذب در این نمونه دیده شد. نمونه شاهد صرفاً حاوی متانول ۸۰٪ بودتعیین شد(چانگ و لی، ۲۰۰۷).

$$DPPH\% = \frac{\text{جذب نمونه موردنظر} - \text{نمونه جذب کنترل}}{\text{جذب نمونه کنترل}}$$

اندازه‌گیری میزان املاح کلسیم، منیزیم، آهن و روی توسط دستگاه جذب اتمی در زمان صفر و پس از سه و شش ماه و به روش بودرات و شاتیپورک(۲۰۰۹) انجام شد.

آنالیز آماری

در پایان داده‌ها در نرم‌افزار اکسل طبقه‌بندی و با برنامه آماری SAS آنالیز شدند و مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه شد.

نتایج و بحث

میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیک و ظرفیت آنتی اکسیدانی

نتایج نشان داد میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی اکسیدانی تحت تاثیر تیمار آنزیم‌بری قرار گرفت بطوریکه آنزیم‌بری با آب جوش سبب کاهش معنی-دار میزان ویتامین ث و فعالیت آنتی اکسیدانی نسبت به روش آنزیم‌بری با بخار در کرفس گردید. این در حالی است که آنزیم‌بری با بخار سبب کاهش معنی‌دار ترکیبات فنولیکی نسبت به آنزیم‌بری با آب‌جوش شد. ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی اکسیدانی تحت تاثیر تیمار فریز کردن قرار نگرفت و هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ آماری مشاهده نشد. روند کاهشی در میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی-اکسیدانی در تیمارهای زمان صفر، دو، چهار و شش ماه مشاهده شد یعنی با گذشت زمان میزان این فاکتورها در کرفس کاهش یافت (جدول ۱). با گذشت زمان دو ماه میزان کاهش ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به میزان بیشتری نسبت به چهار و شش ماه کاهش یافت اما با گذشت زمان میزان کاهش این خصوصیات روند کاهش کندتری یافت. میزان کاهش ویتامین ث پس از دو ماه ۶۲٪ و ترکیبات فنولیکی ۲۳٪ و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ۱۲٪ بود اما پس از دو ماه تا شش ماه این کاهش روند کندتری به ترتیب ۳۹٪ ، ۲۰٪ و ۱۰٪ در ویتامین ث، ظرفیت آنتی اکسیدانی و سپس ترکیبات فنولیکی داشت. به طور کلی پس از شش ماه این کاهش در فعالیت آنتی اکسیدانی (۳۰/۳۷ ٪)، ویتامین ث (۷۷/۳۳ ٪) و ترکیبات فنولیکی (۳۱/۷۸ ٪) بود (شکل ۱ الف،ب و ج).

دلیل تأثیرپذیری بیشتر ویتامین ث و کاهش شدیدتر آن این است که ویتامین ث به حرارت حساس بوده و به سرعت اکسید و میزان آن کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، آب‌جوش باعث حلالیت بیشتر و نشتی بیشتر این ویتامین می‌گردد بنابراین نمونه‌های آنزیم‌بری شده با آب‌جوش کاهش معنی‌داری در میزان ویتامین ث داشتند. اسفناج آنزیم‌بری شده با آب جوش به مدت ۱۰ دقیقه ۴۹ – ۵۱٪ ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله ویتامین ث خود را به درون آب جوش آزاد می‌کند در حالیکه در کرفس آب جوش ۲۵/۹۹ ٪ کاهش در ویتامین C و ۵/۱۴ ٪ کاهش در ظرفیت آنتی اکسیدانی ایجاد کرد. علاوه بر این، آنزیم‌بری با آب جوش برگ‌های خرد شده اسفناج تازه به مدت ۱۰ دقیقه ۵۰ تا ۶۰٪ ترکیبات آنتی‌اکسیدانی را از بین می‌برد (گیل و همکاران ۱۹۹۹). ساهلین و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند جوشاندن و پختن بر میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی کل، لیکوپن و ظرفیت آنتی اکسیدانی گوجه‌فرنگی تاثیر سوء دارد. اسماعیل و همکاران (۲۰۰۴) یافتند که تیمارهای دمایی میزان ترکیبات فنولیکی را در همه سبزیجات و ظرفیت آنتی اکسیدانی را در برخی از آنها از

جمله کلم‌پیچ، اسفناج، کلم‌برگی، سیر کاهش می‌دهد که کاهش ترکیبات فنولیکی می‌تواند به دلیل شکسته شدن این مواد در طول پخت باشد

جدول۱- اثرات اصلی آنزیم‌بری، فریزکردن و مدت زمان انبارداری بر میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی اکسیدانی کرفس

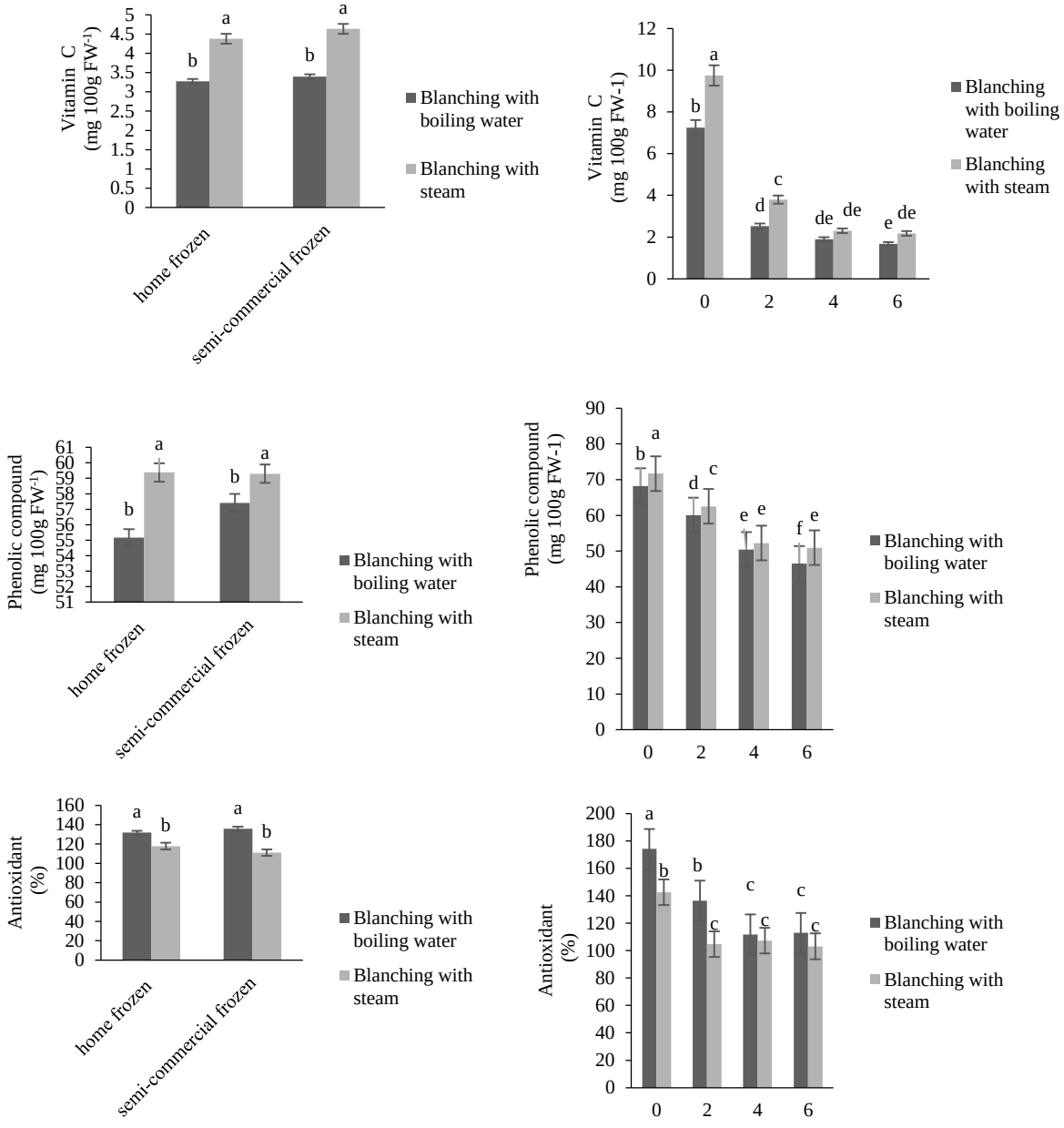
Table 1- The main effect of blanching, freezing and storage time on vitamin C, phenolic compound and antioxidant

Treatment	Vitamin C (mg 100g FW^{-1})	Phenolic compound (mg 100g FW^{-1})	Antioxidant (%)
Blanching with boiling water	3.33^{b}	133.80^{a}	56.29^{b}
Blanching with steam	4.50^{a}	114.44^{b}	59.34^{a}
home frozen	3.82^{a}	124.83^{a}	57.27^{a}
semi-commercial frozen	4.01^{a}	123.42^{a}	58.35^{a}
Control	8.50^{a}	158.38^{a}	69.95^{a}
Two months	3.15^{b}	120.56^{b}	61.28^{b}
Four months	2.09^{c}	109.51^{c}	51.31^{c}
Six months	1.92^{c}	108.04^{c}	48.71^{d}

Within each column, means with different letters are significantly different at P< 0.05.

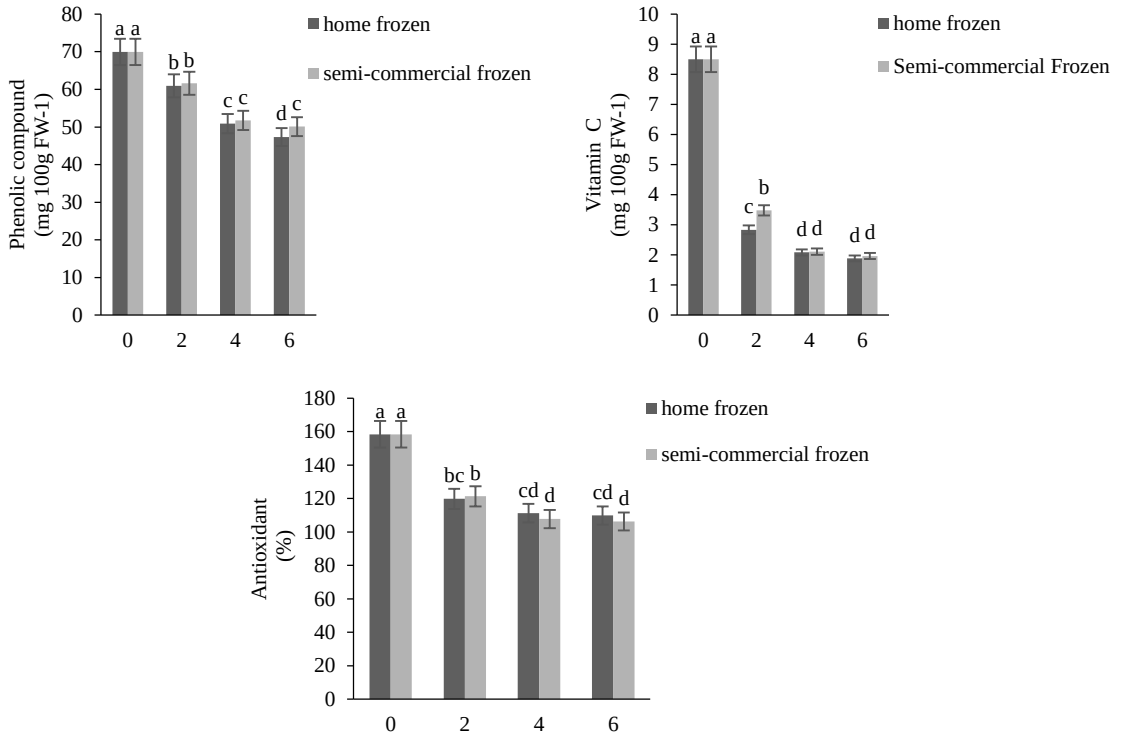
نتایج اثرات متقابل بر میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی اکسیدانی نشان می‌دهد که آنزیم‌بری در هر دو نوع روش فریز کردن سبب کاهش میزان ویتامین ث و ترکیبات فنولیکی گردید، این در حالی است که ظرفیت آنتی اکسیدانی تحت تاثیر آنزیم‌بری با بخار، کاهش بیشتری یافت، روند کاهشی در میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تحت تاثیر اثرات متقابل تیمارهای آنزیم‌بری با بخار و آب جوش و زمان مشاهده شد. فریز کردن با گذشت زمان سبب کاهش معنی‌دار میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی اکسیدانی در کرفس گردید (جدول۲). اثر فریز کردن نسبت به آنزیم‌بری پس از دو ماه باعث کاهش بیشتری در ویتامین ث نسبت به سایر صفات و سایر زمانها شد و پس از آن با روند کندتری ویتامین ث کاهش یافت و فریزکردن خانگی کاهش بیشتری (٦٦/٦٤ ٪) نسبت به فریزکردن نیمه صنعتی (۵۹٪) را پس از دو ماه در ویتامین ث باعث شد. به طور کلی پس از شش ماه میزان کاهش به ترتیب ویتامین ث ۷۹/۷۷ ٪در تیمار فریزکردن خانگی، ۷۷/۵۵ ٪ در تیمار آنزیم بری با بخار، ۷٦/۸۹ ٪ در تیمار آنزیم‌بری با آب جوش و ۷٦/۸۸ ٪ در تیمار فریز کردن نیمه صنعتی بود. پاپتی و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کرد که میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی عصاره سبزیجات هنگام پخت با دمای°C ۱۰۲ به مدت ۱۰ دقیقه کاهش می‌یابد.

روش‌های آماده‌سازی از قبیل انواع آنزیم‌بری ممکن است به شدت در کاهش میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در سبزیجات برگی موثر باشد (نیهال و همکاران ۲۰۰۵). امین و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که ترکیبات آنتی-اکسیدانی پس از آنزیم‌بری به علت زمان و دمای مورد استفاده در این روش کاهش می‌یابد. همچنین فاکتورهایی از قبیل میزان رسیدگی و رقم نیز می‌تواند ظرفیت آنتی-اکسیدانی سبزیجات را تحت تاثیر قرار دهد (امین و همکاران ۲۰۰٤).



شکل ۱- اثرمتقابل آنزیم‌بری، فریزکردن و مدت زمان انبارداری بر میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی اکسیدانی کرفس

Figure1- The interactive effect of blanching, freezing and storage time on vitamin C, phenolic compound and antioxidant



شکل ۲- اثرمتقابل فریزکردن و مدت زمان انبارداری بر میزان ویتامین ث، ترکیبات فنولیکی و ظرفیت آنتی اکسیدانی کرفس

Figure1- The interactive effect of blanching, freezing and storage time on vitamin C, phenolic compound and antioxidant

فرآیند جوشاندن با دمای بیش از°C ۹۵ ترکیبات آنتی-اکسیدان سبزیجات را از بین می‌برد. آنزیم‌بری با مدت زمان بیش از ۲۰ دقیقه هم بر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی تاثیر سو دارد (هانتیر و فلیتچر ۲۰۰۲). یوسکان وهمکاران (۲۰۰۷) تاثیر مراحل آماده سازی، انجماد خانگی و انبارداری را بر سطح ویتامین ث در بامیه، سیب زمینی، لوبیا سبز،کلم بروکلی، اسفناج و نخود فرنگی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمامی مراحل شستشو، سرزنی، تکه کردن، آنزیم‌بری، سرخ کردن و خنک کردن و انجماد بر میزان ویتامین ث تاثیرمعنی‌داری دارند و سبب کاهش آن می‌گردد (نورسال و یاسیکان ۲۰۰۷). ساهلین و همکاران (۲۰۰٤) پی بردند که پخت می‌تواند موجب کاهش میزان کل ترکیبات فنولیک دراسفناج ونخود شود که این می‌تواند به این دلیل باشد که ترکیبات فنولیک در طی پخت شکسته می‌شوند(ساهلین و همکاران ۲۰۰٤).

عناصر معدنی

آنزیم‌بری با بخار و آب‌جوش تاثیر معنی‌داری بر میزان عناصر روی، منیزیم، منگنز، آهن، مس و کلسیم ایجاد نکرد در حالیکه آنزیم‌بری با آب جوش بیشترین میزان پتاسیم را سبب شد. میزان منگنز و پتاسیم در کرفس‌های فریز شده به روش نیمه‌صنعتی بیش از روش خانگی بود و در سایر عناصر تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بین روش‌های فریز کردن خانگی و نیمه صنعتی مشاهده نشد. گذر زمان سبب کاهش همه عناصر در کرفس گردید و به ترتیب این کاهش ۷۷/۱۵، ۷۱/۲۹، ۵۱/٦۳، ۵۱/٤۹، ٤۹/٤۹، ٤۹/٤۹ و ۳۷/۳۵ درصد در عناصر آهن، کلسیم، مس، منگنز، منیزیم، روی و پتاسیم بود بنابراین بیشترین کاهش پس از چهار ماه ۷۷/۱۵ ٪ در عنصر آهن مشاهده شد. میزان کاهش منگنز و کلسیم پس از گذشت دو ماه بیشترین کاهش۵۱/٤۹٪ و ۳۷/۳۵٪ داشت و پس از آن تغییر معنی‌داری نداشت (جدول۲). میزان عناصر معدنی

در سبزیجات وابسته به عواملی مانند گونه، رقم و کولتیوار است؛ در مورد عناصر سنگین هم، علاوه بر فاکتورهای فوق فاکتورهای خاکی را نیز باید در نظر گرفت (دابکوسکا- ناسکریت ۲۰۰٤) که این سطوح از عناصر غذایی تحت تاثیر فرآیندهای آماده‌سازی سبزیجات برای مصرف قرار می‌گیرند (فیلیپاک- فلورکیویکز و همکاران ۲۰۱۲؛ ترینیداد و همکاران ۲۰۱۰).

کوپلیک و همکاران (۲۰۰٤) یافتند که تفاوت معنی‌داری در میزان فسفر، منگنز، نیکل و مس دانه‌های تازه، پخته شده و بلانچ شده نخود فرنگی وجود داشت. کوروس در سال ۲۰۰۲ در طی پژوهشی به این نتیجه رسید که میزان کلسیم دانه‌های نخودفرنگی آنزیم‌بری شده افزایش یافت. در پژوهشی دیگر لیسیویسکا و همکاران (b۲۰۰۸) یافتند که میزان روی، منگنز، پتاسیم و نیکل در هر دو روش آنزیم-بری و پختن کاهش می‌یابد.

جدول۲- اثرات اصلی آنزیم‌بری، فریز کردن و مدت زمان انبارداری بر میزان عناصر غذایی کرفس(میلیگرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)

Table 2- The main and interactive effect of blanching, freezing and storage time on nutrient elements ($mg100gFW^{-1}$)

Treatment	Zinc	Magnesium	Manganese	Iron	Copper	Calcium	Potassium
Blanching with boiling water	0.39[a]	0.39[a]	0.18[a]	0.72[a]	0.09[a]	42.26[a]	438.56[a]
Blanching with steam	0.40[a]	0.40[a]	0.18[a]	0.71[a]	0.10[a]	41.84[a]	442.28[b]
home frozen	0.37[a]	0.37[a]	0.17[b]	0.78[a]	0.08[a]	42.29[a]	528.95[b]
semi-commercial frozen	0.39[a]	0.39[a]	0.19[a]	0.78[a]	0.09[a]	44.27[a]	548.43[a]
Control	0.58[a]	0.58[a]	0.27[a]	1.44[a]	0.14[a]	79.85[a]	522.26[a]
Two months	0.32[b]	0.32[b]	0.13[b]	0.38[b]	0.08[b]	23.37[b]	471.83[b]
Four months	0.29[c]	0.29[c]	0.13[b]	0.32[c]	0.06[c]	22.92[b]	327.16[c]

Within each column, means with different letters are significantly different at $P< 0.05$.

نتایج اثرات متقابل آنزیم‌بری و فریز کردن نشان دادند که بیشترین میزان همه عناصر در تیمارهای آب جوش و فریز خانگی وجود داشت و این دو تیمار از لحاظ آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. روند کاهش میزان عناصر در کرفس با گذشت زمان افزایش یافت (جدول ۳). فریز کردن نیمه صنعتی در آنزیم‌بری با آب جوش باعث کاهش میزان روی، منگنز، آهن، مس، کلسیم و پتاسیم نسبت به روش خانگی شد و این کاهش در آهن بیش از سایر عناصر به میزان۷۷/۱۵ ٪ بود. در آنزیم‌بری با بخار روش خانگی در عناصر باعث کاهش عناصر شد پس بطور کلی در روش آنزیم‌بری با بخار به روش فریز نیمه صنعتی باعث حفظ بهتر عناصر شد. با گذشت زمان و نوع فریز کردن مشاهده شد که فریز کردن نیمه صنعتی بیشترین کاهش را در زمان ٦ ماه در میزان عناصر نسبت به فریز کردن خانگی ایجاد کرد و آنزیم‌بری با بخار نسبت به آنزیم‌بری با آب‌جوش کاهش بیشتری را پس از شش ماه در عناصر آهن، کلسیم، منگنز، روی،مس، پتاسیم و منیزیم به ترتیب ۷۳/۵۵-، ۷۰/۷-، ۳۰/۲۱-، ۲٦/۰۷-، ۹/۵- ، ۱۸/٤۱، ۳۰ ٪نشان داد (جدول ۳). زوفیا و همکاران (۲۰۰۸) میزان خاکستر، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن، روی، منگنز، مس، کروم ونیکل را درکلم پیچ، اسفناج و اسفناج نیوزلندی تازه و منجمد آماده برای مصرف مقایسه کردند. در مقایسه با سبزیجات خام، محصولات منجمد آماده مصرف کاهش قابل ملاحظه‌ای درمیزان پتاسیم و منیزیم نشان دادند. کاهش کلسیم فقط در کلم وکاهش کرومیوم و نیکل فقط در اسفناج نیوزلندی اتفاق افتاد. همچنین کاهش در میزان مس و فسفر در اسفناج و کلم رخ داد ولی در اسفناج نیوزلندی مشاهده نشد. به طور کلی الگوی ثابتی در مورد کاهش میزان عناصر وجود نداشت (لیسیوسکا و همکاران ۲۰۰۹).

جدول ۳- اثرمتقابل آنزیم‌بری، فریز کردن و مدت زمان انبارداری بر میزان عناصر غذایی کرفس(میلیگرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)

Table 3- The interactive effect of blanching, freezing and storage time on nutrient elements ($mg100gFW^{-1}$)

Treatment		Zinc	Magnesium	Manganese	Iron	Copper	Calcium	Potassium
Blanching with boiling water	home frozen	0.58a	10.54a	0.27a	1.45a	0.14a	79.85a	601.13a
Blanching with steam	semi-commercial frozen	0.28c	9.86a	0.13b	0.47b	0.06c	25.24b	563.26b
Blanching with boiling water	home frozen	0.29c	7.47b	0.13b	0.42c	0.05d	24.75b	451.69d
Blanching with steam	semi-commercial frozen	0.58a	10.54a	0.27a	1.44a	1 0.14a	1 79.85a	601.69a
Blanching with boiling water	Control	0.29c	9.36b	0.13b	0.44b	0.06c	23.79b	497.51c
	Two months	0.28c	7.39c	0.12b	0.37d	0.05d	23.18b	392.06d
	Four months	0.58a	10.54a	0.27a	1.44a	0.14a	79.85a	561.69a
Blanching with steam	Control	0.29c	10.17ab	0.14b	0.41c	0.08b	24.82b	537.89b
	Two months	0.33b	7.20c	0.14b	0.38d	0.07c	24.50b	437.89c
	Four months	0.39b	7.11c	0.18b	0.72b	0.09bc	42.26a	438.56c
home frozen	Control	0.40a	9.11a	0.18ab	0.78a	0.10a	41.84a	548.28a
	Two months	0.37b	9.08a	0.17b	0.58b	0.08c	42.29b	528.95b
	Four months	0.39ab	9.50a	0.17b	0.58b	0.09b	44.27b	422.43c
semi-commercial frozen	Control	0.58a	10.54a	0.27a	1.44a	0.14a	79.85a	422.26c
	Two months	0.29bc	9.67c	0.13b	0.38d	0.08b	23.37b	471.83d
	Four months	0.32b	7.13d	0.13b	0.32e	0.06c	22.92b	327.16e

Within each column, means with different letters are significantly different at $P< 0.05$.

نتایج کلی

به طور کلی از بین صفات کیفی کرفس کاهش ویتامین ث تحت تاثیر تیمارهای مختلف بیش از سایر صفات بود. در بین روش‌های آنزیم‌بری، آنزیم‌بری با بخار در بیشتر صفات نظیر ویتامین ث و ظرفیت آنتی اکسیدانی و روش فریز کردن تخریب کمتری را موجب شد. مهمترین عامل تغییر دهنده کیفیت، گذشت زمان بود که البته پس از دو ماه، شدت کاهش کمی صفات کندتر شد.

منابع مورد استفاده

Amin I, Norazaidah Y and Emmyhanit KI, 2006. Antioxi- dant Activity and Phenolic Content of Raw and Blanch- ing Amaranthus Species. Food Chemistry 94(1):47-52.

Amin I, Zamaliah M and Chin WF, 2004. Total Antioxidant Activity and Phenolic Content in Selected Vegetables. Food Chemistry 87(4): 581-586.

Andlauer W, Stumpf C, Hubert M, Rings A, and Furst P, 2003. Influence of cooking process on phenolic marker compounds of vegetables. International journal for vitamin and nutrition research73(2): 152–159.

Barrett DM and Theerakulkait C, 1995. Quality indicators in blanched, frozen, stored vegetables. Food technology 49:64–65.

Bennion M, 1985. Introductory Foods. 8th ed., Macmillan Publishing C.o, New York.

Budrat P and shotipruk A, 2009. Enhanced recovery of phenolic compounds from bitter melon (*Momordica C harantia*) by subcritical water extraction. Separation and Purification Technology 66: 125-129.

Burdurlu HS, Koca N and Karadeniz F, 2006. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. Journal of Food Engineering 74: 211–216.

Burton WG, 1981. Post-Harvest Physiology of Food Crops Longman.

Calabro ML, Galtieri V, Cutroneo P, Tommasini S, Ficarra P and Ficarra R, 2004. Study of the extraction procedure by experimental design and validation of a LC method for determination of flavonoids in Citrus bergamia juice. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 35: 349-363.

Chung HD and Lee JM, 2007. Rootstocks for grafting. *Korean.* Society for Horticultural Science 162-167.

Danesi F and Bordoni A. 2008. Effect of home freezing and Italian style of cooking on antioxidant activity of edible vegetables. Journal of Food Science 73: 109-112.

Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D and Basra SMA, 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Sustainable Agriculture 153-188.

Gomez M, 1981. Carotene content of some green leafy vegetables of Kenya and effects of dehydration and storage on carotene retention. Journal of Plant Food 3: 321-244.

Gil MI, Ferreres F and Thomas-Barberan FA, 1999. Effect of Postharvest Storage and Processing on the Antioxidant Constituents (Flavonoids and Vitamin C) of FreshCut Spinach. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47(6):2213-2217.

Hardeep SG, Mamta A, Paras S and Jaspreet S, 2011. Phenolic content and antioxidant activity of germinated and cooked pulses. International Journal of Food Properties 14(6): 1366-1374.

Kimura M and Itokawa Y, 1990. Cooking losses of minerals in foods and it nutritional significance. Journal of Nutritional Science and Vitaminology 36: S25–S33.

Leja M, Mareczek A, Starzyn´ska A and Roz˙ek, S, 2001. Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. Food Chemistry 72: 219–222.

Lisiewska Z and Kmiecik,W, 1996. Effects of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage of frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. Food Chemistry 57(2): 267–270.

Lisiewska Z, Kmiecik W and Korus A, 2006. Content of vitamin C, carotenoids, chlorophylls and polyphenols in green parts of dill (*Anethum graveolens* L.) depending on plant height. Journal of Food Composition and Analysis 19(2-3): 134-140.

Minussi RC, Rossi M, Bologna L, Cordi L, Rotilio D and Pastoreet GM, 2003. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. Food Chemistry 82: 409–416.

Nihal T, Ferdasari Y and Sedat V, 2005. The Effect of Cook- ing Methods in Total Phenolics and Antioxidant Activity of Selected Green Vegetables. Food Chemistry 93(4):713-718.

Nursal B and Yucecan S, 2007. Influence of home freezing and storage on vitamin C contents of some vegetables. Nutrition 5: 472-477.

Papetti K, Daglia M and Gazzani G, 2002. Anti- and Prooxidant Water Soluble Activity of Hunter KJ and Fletcher JM, 2002. The Antioxidant Activity and Composition of Fresh, Frozen, Jarred and Canned Vegetables. Innovative Food Science and Emerging Technology 3(4):399-406.

Perry AK and Klein BP, 1982. Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetable from different geographical areas of the United States. Food Science 47: 941-948.

Philips K, Tarrago-Trani M, Gebhardt S, Exler J, Patterson K, Haytowitz D, Pehrson P and Holden J, 2010. Stability of vitamin C in frozen raw fruit and vegetable homogenates. Journal of Food Composition and Analysis 23: 253-259.

Saari NB, Fujita S, Miyazoe R and Okugawa M, 1995. Distribution of ascorbate oxidase activities in the fruits of family cucurbitaceae and some of their properties. Journal of Food Biochemistry 19: 321–327.

Sahlin E, Savage GP and CE Lister, 2004. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. Journal of Food Composition and Analysis 17:635–647.

Swatsitang P, Tucher G, Robards K and Jardine D, 2000. Isolation and identification of phenolic compounds in Citrus sinensis. Analytica Chimica Acta 417: 231-240.

Tian S, Nakamura K and Kayahara H, 2004. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 4808–4813.

Turkmen N, Sari F and Sedat Velioglu Y, 2004. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. Food Chemistry 713-718.

Changes in the nutritional value of celery during preparation and maintenance as frozen

N Chenani Saleh[1], SA Hossein Goli[2], M Haghighi[*3], J Keramat[2] and L Mehdipour[1]

Received: October 18, 2017 Accepted: February 17, 2018
[1]MSc of Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[2]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Horticulture Science, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
[*]Corresponding author: Email: mhaghighi@cc.iut.ac.ir

Introduction: In modern life, access to fresh vegetables is limited and proper processing and storage techniques for vegetables are essential. Cabbage quality decreased over time, especially after 2-month storage. The bleaching and freezing can affect it. It is important for the industry to know how to treated cabbage after harvest till supermarket to decrease after harvest damage. The results of this research showed that vitamin C, phenolic compound and antioxidant decreased with storage. Vitamin C is decreased more than other characteristics of cabbage after storage almost 90%. Blanching methods affect the nutrient content of cabbage and Both freezing and storage times decreased cabbage texture (Turkmen et al. 2004).

Material and method: Therefore, in this study, a factorial experiment based on RCBD was designed with 3 replicates to investigate the effect of blanching and freezing method over time on frozen cabbage. by measuring the amount of vitamin C, phenolic compounds, antioxidant activity and elements, the effects of blanching (boiled water and steam) and freezing of two methods domestic (-18 °C) and semi-industrial (40° C) on the nutritional value of celery (*Appium graviolens* var. Dulce) was evaluated.

Results and discussion: The results showed that in general, after six months, the antioxidant activity, vitamin C and phenolic compounds decreased and blanching with boiling water significantly reduced the amount of vitamin C and antioxidant capacity compared to blanching with steam treatment in celery. Over first two months, the reduction in phenolic compounds and antioxidant capacity was more than that of four and six months, but declined over time as the process slowed down. As time progressed, all elements reduced in celery. Vitamin C, has many biological activities in the human body. More than 85% of vitamin C in human diets is supplied by fruits and vegetables (Sahlin et al. 2004). The content of vitamin C among Brassica vegetables varies significantly between and within their subspecies. Generally, among Brassica vegetables, white cabbage is the poorest source of vitamin C (Saari et al. 1995). However, it is a very popular species of Brassica vegetables in Iran. According to our results, freezing of cabbage more than 2 months decreased vitamin C drastically. Loss of vitamin C after 7 and 14 days' storage at 20 °C decreased to 44% and to 28% in broccoli However, when broccoli was stored at 4 °C, and did not decrease after 7 days and 20% loss after 21 days. Vitamin C content in broccoli reduced by 26% after 3 days of storage at room temperature, by reducing of the storage temperature to 5 °C resulted in an increase (25%) of vitamin C content in broccoli (Lisiewska and Kmiecik 1996). Before vegetables freezing, they washed and blanched to inactivate enzyme systems, especially oxidative enzymes (e.g. polyphenoloxidase, ascorbic oxidase, peroxidase) (Perry and Klein 1982). The effect of blanching in the retention time of vitamin C in different Brassica was investigated, although it depends on temperature and time of blanching method. Vitamin C after blanching was 84% for cauliflower, 70% of cabbage, loss of vitamin C was 28–32% in cauliflower, 41–42% in broccoli, 34% in broccoli (Leja et al. 2001). There was different report was shown that freezing decreased vitamin C in different Brassica differently. After blanching and freezing, about 30% in broccoli. The freezing did not change vitamin C in broccoli and

cauliflower during a 12-month storage and decreased by 3–18% for broccoli and 6–13% for cauliflower and 30%for cabbage (Saari et al. 1995; Leja et al. 2001). there are some reports was shown that Phenolic compounds in broccoli, which are stored 7 days at 1 °C, showed more decreased than ascorbic acid. Storage time effect on Phenolic compounds in different Brassica (Lisiewska and Kmiecik 1996). Phenolic compounds in broccoli, which are stored 7 days decreased 2–3 times (Papetti et al. 2002) On the contrary, total polyphenols did not significantly change in broccoli during 7 days' storage (Leja et al. 2001; Lisiewska and Kmiecik 1996).

Conclusion: Generally, among the qualitative characteristics of celery, reduction of vitamin C more than other traits was affected by different treatments. the type of freezing did not have a significant effect, but storage time was significant so that the values were reduced more rapidly in the first two months of storage.

Key words: celery, phenolic compounds, total antioxidants, freezing, vitamin C