

تأثیر حرارت دهی مقدماتی و رقم سیب زمینی بر خصوصیات کیفی فرنچ فرایز منجمد

شهرام دخانی^۱، سارا جعفریان^۱، غلامحسین کبیر^۱ و احمد مرتضوی بک^۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر فرایند حرارتی مقدماتی بر کیفیت فرنچ فرایز یا خلال نیمه سرخ شده (سولانوم توبروزوم -ال)، چهار رقم سیب زمینی به نام‌های آگریا، مارفونا، آثولا و آنوزونیا از منطقه فربیدن اصفهان خردباری و به سرداخانه دانشکده کشاورزی با دمای ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد متقل گردیدند. در ابتدا آزمون‌های فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری وزن مخصوص و درصد ماده خشک به روش A.O.A.C و درصد قندهای احیا کننده به روش کروماتوگرافی مایع با کارابی بالا (HPLC) روی ارقام سیب زمینی انجام گرفت. نمونه برداری به صورت کاملاً تصادفی بود. خلال‌های سیب زمینی در ابعاد ۵×۰/۸×۰/۸ سانتی‌متر درآب با شرایط حرارتی مختلف درجه ۴-۶ درجه ۹۵-۱۰ دقیقه و درجه ۷۰-۱۰ دقیقه تیمار شده و سپس به طور عمقی در روغن ۱۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۲ دقیقه سرخ شدند. خصوصیات کیفی مورد بررسی در محصول نهایی عبارت بودند از: بافت، رنگ و درصد جذب روغن. نتایج تحقیق در طرح آماری کاملاً تصادفی با آزمون فاکتوریل و مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن تجزیه و تحلیل شدند ($p < 0.01$). نتایج نشان داد تیمار °C ۹۵-۱۰ دقیقه شاخص‌های کیفی محصول را به طور محسوسی بهبود می‌بخشد. تیمار °C ۹۵-۲ دقیقه از نظر فاکتورهای رنگ هائزرب، تفاوت معنی داری با تیمار °C ۷۰-۱۰ دقیقه نداشت ولی بافت خلال‌ها افت قابل توجهی نشان داد. جذب روغن در تیمارهای غیر از °C ۷۰-۱۰ دقیقه افزایش یافت. تیمار °C ۷۰-۴ تغییر محسوسی در کیفیت محصول ایجاد نکرد. هم‌چنین ملاحظه گردید که در میان ارقام مورد بررسی در این تحقیق، ارقام آگریا و آثولا برای فرایند تولید فرنچ فرایز مطلوب تر از دو رقم دیگر هستند.

واژه‌های کلیدی: رقم سیب زمینی، پارامترهای کیفی فرنچ فرایز، آنزیم بری، حرارت مقدماتی

مقدمه

تیمار حرارت مقدماتی در صنعت فرآوری سیب زمینی که از آن به

- کاهش جذب روغن به دلیل ژلاتینه شدن نشاسته سطحی بلانچینگ یا آنزیم بری هم تعبیر می‌شود نتایج زیر را در پی دارد (۲۰):

۱. به ترتیب استاد، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان

اصلی تشکیل رنگ در فرایند تولید چیپس و خلال، واکنش‌های مایلارد است که در نتیجه تیمار حرارت مقدماتی غلظت سطحی قندها کاهش یافته و محصولی با رنگ روشن‌تر و یکنواخت‌تر تولید می‌شود(۱۶).

زانگ و همکاران تأثیر بیوشیمیایی فرایند حرارتی را از جنبه غیر فعال کردن آنزیم‌های ایجاد کننده تغییرات نا مطلوب در طعم و رنگ فرآورده‌های سیب‌زمینی بررسی کرده‌اند اما زمان طولانی فرایند حرارتی را توصیه نمی‌کنند زیرا معتقدند در صورت تداوم حرارت دهی رنگ محصولات به تیرگی می‌گراید(۲۰). کجت زمان بیش از ۱۵ دقیقه را عاملی برای افزایش جذب روغن در محصول فرنچ فرایز معرفی می‌کند(۹). میزان ماده خشک ارقام سیب‌زمینی و وزن مخصوص آنها از پارامترهایی هستند که با یکدیگر رابطه مستقیم داشته و در کیفیت سیب‌زمینی و فرآورده‌های آن اثر بسزایی می‌گذارند(۱۹). در تحقیقی توسعه دخانی مشاهده شد رقم پشندي با وزن مخصوص ۱/۱ دارای بیشترین ماده خشک ۲۵/۴٪ و رقم کوزیما با وزن مخصوص ۱/۰۸۶ دارای کمترین میزان ماده خشک ۲۳/۳٪ بوده است(۱). ربیعی در پژوهش دیگری اعلام می‌کند ارقام پاییزه آگریا و مارفونا دارای به ترتیب حد اکثر ۱/۰۷۵ - ۱/۰۵۲٪ و حد اقل ۲۲/۴٪ مقدادیر وزن مخصوص و ماده خشک هستند. این محققین اعلام نمودند که با افزایش ماده خشک یا وزن مخصوص سیب‌زمینی میزان جذب روغن فرآورده‌هایی نظری چیپس و فرنچ فرایز کمتر می‌گردد(۲).

با توجه به مشکلات نگهداری، حمل و نقل و نوسان فصلی قیمت سیب‌زمینی تازه، تولید فرآورده‌های آماده مصرف نظری فرنچ فرایز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا بررسی عوامل مؤثر بر بهبود کیفیت محصول و یکنواختی آن طی دوره تولید ضروری است به ویژه روش‌هایی که به واسطه آنها بنوان میزان مصرف روغن در فرایند را کاهش داد. در این پژوهش با هدف بهبود کیفیت فرنچ فرایز، اثر فرایند حرارتی مقدماتی و رقم سیب‌زمینی بر شاخص‌های کیفی محصول نظری

اسمیت(۱۶) و اسپایس(۱۷) آثار تیمار حرارتی را بر بافت فرآورده‌های سیب‌زمینی مطالعه نموده و معتقدند دمای پایین باعث حفظ سفتی بافت شده، پوسته شدن را در مراحل بعدی کاهش می‌دهد. بارتلی و هوف به ژلاتینه شدن نشاسته اشاره می‌کنند(۵). استنلی با تأیید این نظریه مکانیسم سفت شدن بافت خلال‌ها را در دامنه حرارت ۵۵-۷۰ درجه سلسیوس شرح داده و معتقد است یون‌های دو ظرفیتی کلسیم آزاد شده از نشاسته ژلاتینه با ترکیبات پکتینی وارد واکنش شده و تولید پکتات کلسیم می‌کنند(۱۸). در دمای بین ۶۰-۷۵ درجه سلسیوس به ویژه در دمای ۷۰ درجه تعداد بیشتری از گرانول‌های نشاسته ژلاتینه می‌شوند که در نتیجه کلسیم بیشتری آزاد شده و به هم پیوستگی درون سلولی افزایش می‌یابد. این امر می‌تواند تحت تأثیر تشکیل پل‌های کلسیم - پکتین که مانع از حلایت پکتین می‌شوند باشد(۹). در نمونه‌هایی که تنها با آب حاوی کلرید کلسیم آنزیم بری شده بودند کاهش حداقل ۱۴٪ در جذب روغن مشاهده گردید. این بدان معنی است که کلسیم به تنهایی قادر به تثیت ساختار بافت در برابر فشار ناشی از سرخ کردن می‌باشد. در حضور کلسیم بافت سفت‌تر می‌شود زیرا پکتات کلسیم استحکام لایه میانی دیواره را افزایش داده و بافت را نسبت به تخربی و فشارهای ناشی از سرخ کردن مقاوم می‌کند. گرازینا زمان طولانی فرایند را توصیه نمی‌کند زیرا معتقد است در صورت تداوم فرایند حرارتی رنگ محصول به تیرگی گراییده طعم و عطر مطلوب آن از بین می‌رود. او دمای ۷۳ درجه را پیشنهاد می‌کند(۸).

استنلی و بارتلی با مطالعه فعالیت آنزیم پکتین متیل استراز اعلام کرده‌اند که فعالیت این آنزیم در محدوده ۵۰-۷۰ درجه رو به افزایش می‌گذارد ولی از ۷۵ درجه به بالا تضعیف می‌شود(۵) و اسپایس بیان می‌کند اگر خلال‌ها در ۹۵ درجه به مدت ۲ دقیقه بلانچ شوند روغن کمتری از خلال‌هایی که در ۸۰ درجه به مدت ۱۵ دقیقه بلانچ شده‌اند جذب خواهند نمود(۱۷). حرارت دهی مقدماتی به یکنواختی رنگ فرآورده‌های سیب‌زمینی کمک می‌کند(۱۸). به نظر بیشتر محققین واکنش

سلسیوس و زمان ۴-۵ ساعت در آون با جریان هوا قرار داده شد که پس از خشک شدن کامل، میزان ماده خشک با توزیز محاسبه گردید.

برای تعیین وزن مخصوص غدها را درون یک تور سیمی قرار داده، تور را با سیمی نازک به شاهین ترازو متصل نموده و وزن آن قرائت گردید. سپس به همان صورت درون یک ظرف پر از آب فرو برد. وزن نمونه‌ها در آب خوانده شده و از رابطه زیر وزن مخصوص محاسبه گردید(۲):

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{\text{وزن تور درآب} - \text{وزن تور درهو}}{(\text{وزن نمونه} + \text{وزن درآب} - \text{وزن نمونه} + \text{وزن درهو})}$$

در مرحله بعد اقدام به تولید فرنچ فرایز گردید. غدد سیب زمینی قبل از استفاده به مدت دو هفته در دمای ۱۸-۲۰ درجه سانتی گراد نگهداری شدند(۱).

ابتدا مقداری از سیب زمینی‌های متوسط تا درشت هر رقم را انتخاب نموده و در پوستگیر سایشی، پوستگیری و شسته شده سپس در دستگاه خلال کن دستی به ابعاد $5 \times 0 / 8 \times 0 / 8$ سانتی متر خلال شدند. نمونه‌های ۲۰۰ گرمی از خلال‌های یک اندازه و سالم انتخاب شده که تحت شرایط حرارتی مختلف تیمار شدند: آب ۷۰ درجه سلسیوس - ۱۰ دقیقه، آب ۷۰ درجه سلسیوس - ۴ دقیقه، آب ۹۵ درجه سلسیوس - ۲ دقیقه و نمونه شاهد یا بدون تیمار حرارتی. سپس خلال‌ها در آب سرد قرار گرفته و آبکشی شدند.

پس از آن خلال‌ها را به مدت ۱۰ دقیقه در آب سرد فرو برد و سپس آبکشی شدند. پس از حذف رطوبت خلال‌ها با جریان هوای گرم، در روغن ۱۷۵ درجه به مدت ۲ دقیقه در سرخ کن به طور عمیق سرخ شدند (۱۴ و ۱۵). روغن مصرفی مرکب از دو قسمت روغن مایع و یک قسمت روغن هیدروژنه بود(۲). سپس خلال‌ها را به مدت ۲۰ دقیقه در سینی‌های بود(۳). سپس خلال‌ها را به مدت ۱۰ دقیقه در سینی‌های مشبک استیل ریخته که تا حد امکان چربی آنها گرفته شده و در ضمن محصول سرد شود.

خصوصیات کیفی مورد بررسی در خلال‌های سیب زمینی عبارت بودند از (۱۰) :

بافت، رنگ و میزان جذب روغن بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

مواد

الف) نمونه‌های سیب زمینی

در آبان ۷۹ چهار رقم سیب زمینی پاییزه (آگریا، مارفونا، آئولا و آئوزونیا) از منطقه فریدن اصفهان انتخاب و از هر یک به میزان ۵۰ کیلو گرم خریداری گردید. سیب زمینی‌ها در گونی و به سردخانه بالای صفر داشکده کشاورزی با دمای ۵-۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵-۹۰ درصد منتقل شدند.

ب) مواد شیمیابی

حلال-n هگزان، اسید کلریدریک، اسید استیک خالص، کلرiform خالص، اتانول، تیوسولفات سدیم، سود، فنل فنالین، EDTA، نشاسته، آب مقطر دو بار تقطیر شده، کاغذ صافی و اتمن شماره ۴۱.

کلیه مواد و محلول‌های شیمیابی فوق با مارک مرک و با خلوص بیش از ۹۸/۵٪ تهیه شدند.

روش‌ها

در ابتدا ورود غدها به سردخانه آزمون‌های تعیین وزن مخصوص و ماده خشک به روش A.O.A.C انجام گرفتند (۴). میزان قندهای احیا کننده اصلی سیب زمینی که عمدتاً مونوساکاریدهای گلوکز، فروکتوز و دی ساکارید ساکارز هستند به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا تعیین شدند (۶). نمونه برداری به صورت کاملاً تصادفی بود. در هر سری نمونه‌های ۹ تایی از ارقام برداشته شد. غدد در سه گروه سه تایی مرتب شده که هر گروه شامل یک غده بزرگ، یک غده کوچک و یک غده متوسط بود (۳). آزمون‌ها با دو تکرار برای هر گروه انجام شدند.

برای تعیین ماده خشک، نمونه‌ها کاملاً خرد و همگن شده، ۱۰ گرم آن تا رسیدن به وزن ثابت در دمای 5 ± 105 درجه

جدول ۱. وزن مخصوص و درصد ماده خشک ارقام سیب‌زمینی (آگریا، مارفونا، آنولا و آئوزونیا) در زمان برداشت

رقم	وزن مخصوص	در صد ماده خشک
آنولا	۱/۰۹ ± ۰/۰۵	۲۴/۹۶ ± ۱
آگریا	۱/۰۸ ± ۰/۰۵	۲۳/۴۴ ± ۱/۰۵
آئوزونیا	۱/۰۷ ± ۰/۰۶۲	۲۰/۳۷ ± ۰/۹۵
مارفونا	۱/۰۶ ± ۱/۰۶۵	۱۹/۰۱ ± ۱/۳۵

جدول ۲. میزان قندهای احیاکننده عمده ارقام سیب‌زمینی مورد مطالعه در زمان برداشت با روش HPLC

رقم	ساکارز mg /100 gr	گلوكز mg /100 gr	فروكتوز mg /100 gr	(ماده خشک)
آنولا	۰/۷۷	۰/۰۹	۰/۰۷	
آئوزونیا	۰/۵۹	۰/۰۶	۰/۰۶	
مارفونا	۰/۲۹	۰/۰۶	۰/۰۳	
آگریا	۰/۳۰	۰/۰۳	۰/۰۳	

کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل گردیدند که در این راستا از آزمون فاکتوریل و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها در سطح ۱٪ استفاده شد.

۱- رنگ که با دستگاه‌ها نترب نترب دیتاکالر مدل Text Flash ساخت Amerika و اندازه‌گیری پارامترهای a,b و L سنجیده شد. فاکتور L شدت روش‌نایی (عدم تیرگی) یا ارزش رنگ خلال‌ها بوده، a تمایل به قرمزی یا سبزی و b تمایل به زردی یا آبی را نشان می‌داد. دامنه نوسان این دو متغیرین ۱۰۰-۱۰۰ است و هرچه اعداد به سمت ۱۰۰ پیش روند تمایل به قرمزی و یا زردی بیشتر است. پارامتر L از صفر تا ۱۰۰ نوسان کرده و به ترتیب تیرگی ترا روش‌نی را در نمونه‌ها نشان می‌داد. نیروی Shear به عنوان شاخص تعیین بافت به‌وسیله دستگاه اینستران مدل ۱۱۴۰ مورد ارزیابی قرار گرفت. خلال‌ها در سه نقطه با استفاده از تیغه مخصوص Warner Bratzler بررسی شدند. عدد دستگاه بر حسب گرم نیرو بوده که با تقسیم بر سطح مقطع خلال به صورت نیروی لازم برای ایجاد برش در واحد سطح بیان می‌شود و هر چه این عدد بالاتر باشد، مقاومت بافت در برابر نیروی برش بیشتر است (۱۰). درصد روغن جذب شده در خلال‌ها با روش سوکسله تعیین گردید که حلال مصرفی n-هگزان و زمان استخراج ۱۲ ساعت بود (۱۰). نتایج این تحقیق در طرح آماری

نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج حاصل از اندازه‌گیری ماده خشک و وزن مخصوص و درصد قندهای احیا کننده غله‌های سیب‌زمینی ارقام آگریا، مارفونا، آنولا و آئوزونیا ارائه گردیده است. ملاحظه می‌شود در میان ارقام مورد بررسی، رقم آنولا دارای بیشترین ماده خشک و وزن مخصوص می‌باشد. این مقادیر در رقم مارفونا به حداقل می‌رسد. همچنان که مشهود است بین وزن مخصوص غدد سیب‌زمینی و درصد ماده خشک آنها ارتباط مستقیمی وجود دارد به طوری که با افزایش مقدار ماده خشک، وزن مخصوص نیز افزایش می‌یابد (۱۳ و ۱۹). این موضوع توسط پژوهشگران دیگر در ارقام مختلف سیب‌زمینی به تأیید رسیده است (۶ و ۷). نتایج اندازه‌گیری میزان قندهای احیا کننده سیب‌زمینی با HPLC در جدول ۲ آورده شده است. ملاحظه

جدول ۳. اثر فرایند حرارتی و رقم سیب زمینی بر بافت فرنچ فرایز

رقم سیب زمینی	تیمار حرارتی	نیروی shear بر حسب g/cm ²
آئولا	۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه	۱۹۵ ^a
	۷۰ درجه - ۴ دقیقه	۱۴۲ ^c
	۹۵ درجه - ۲ دقیقه	۹۰۰ ^f
	شاهد	۱۳۷ ^{cd}
آگریا	۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه	۱۷۰ ^b
	۷۰ درجه - ۴ دقیقه	۹۲۰ ^f
	۹۵ درجه - ۲ دقیقه	۶۲۰ ^g
	شاهد	۸۸۵ ^{fg}
آئوزونیا	۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه	۱۴۰۰ ^c
	۷۰ درجه - ۴ دقیقه	۹۰۰ ^f
	۹۵ درجه - ۲ دقیقه	۵۰۰ ^k
	شاهد	۸۷۰ ^f
مارفونا	۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه	۱۲۷۵ ^e
	۷۰ درجه - ۴ دقیقه	۸۲۵ ^h
	۹۵ درجه - ۲ دقیقه	۳۰۰ ^l
	شاهد	۷۸۰ ^{hi}

اعدادی که دارای حروف مشترک هستند بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

داری ندارند و در نهایت تیمار ۹۵ درجه - ۲ دقیقه است که کمترین میانگین نیرو را دارد. لذا فرایند حرارتی غده‌ها در شرایط ۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه مطلوب ترین بافت را در محصول ایجاد می‌کند ضمن آن که در تیمار ۹۵ درجه - ۲ دقیقه بافت خلال‌ها افت قابل توجهی می‌یابد (جدول ۳).

بسیاری از محققین معتقدند فرایند حرارتی مقدماتی در محدوده دمای ۵۰-۷۰ درجه سلسیوس سفتی بافت فرآورده‌های سرخ شده سیب زمینی را افزایش می‌دهد. بارتلمنی، هوف و استنلی به فعال شدن آنزیم پکتین متیل استراز اشاره می‌کنند که در دماهای ۵۰-۷۰ درجه سلسیوس، فعالیت آن افزایش بافته واژ ۷۵ درجه به بالا تضعیف می‌شود(۵ و ۱۸). مشخص شده

می‌شود رقم آئولا دارای بیشترین میزان قندهای احیا کننده است. در مقابل، رقم آگریا کمترین مقدار قندهای احیا کننده را دارد (جدول ۲).

ازیابی اثر فرایند حرارتی مقدماتی بر بافت خلال‌های سیب زمینی نشان می‌دهد در میان ارقام مورد بررسی، رقم آئولا بیشترین مقاومت را در برابر نیروی برشی دارد. ارقام آگریا، آئوزونیا و مارفونا در مراتب بعدی هستند (جدول ۳). هم‌چنین ملاحظه می‌شود که در هر چهار رقم، تیمارهای حرارتی مختلف اثر متفاوتی بر بافت فرنچ فرایز گذاشته‌اند. تیمار حرارتی ۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه بیشترین میانگین نیرو را به خود اختصاص داده است. تیمار ۷۰ درجه - ۴ دقیقه و نمونه شاهد تفاوت معنی

جدول ۴. اثر فرایند حرارتی و رقم سیب زمینی بر فاکتورهای رنگ فرنج فرایز

b	a	L	تیمار حرارتی	رقم سیب زمینی
۴۴/۶۹ ^a	۶/۴۷ ^c	۷۰/۳۳ ^a	۱۰ درجه - ۱۰ دقیقه	آگریا
۴۳/۵۹ ^b	۵/۵۸ ^e	۶۹/۸۵ ^{ab}	۲ درجه - ۲ دقیقه	
۴۰/۴۵ ^c	۴/۳۴ ^g	۶۵/۲۷ ^{ef}	۴ درجه - ۴ دقیقه	
۳۸/۱۵ ^d	۱/۳۸ ^s	۶۴/۹۶ ^f	شاهد	
۳۴/۴۶ ^h	۷/۸۷ ^a	۶۸/۵۸ ^c	۱۰ درجه - ۱۰ دقیقه	مارفونا
۳۴/۳۴ ^h	۷/۰۱ ^b	۶۸/۵۶ ^c	۲ درجه - ۲ دقیقه	
۳۳/۰۶ ⁱ	۳/۱۲ ^h	۵۷/۱۲ ^{jh}	۴ درجه - ۴ دقیقه	
۲۹/۶۸ ^{lm}	۲/۹۰ ⁱ	۵۷/۱۲ ^j	شاهد	
۳۶/۳۶ ^e	۶/۹۱ ^b	۶۸/۳۵ ^{cd}	۱۰ درجه - ۱۰ دقیقه	آئولا
۳۵/۹۰ ^{et}	۶/۰۵ ^{cd}	۶۸/۴۶ ^{cd}	۲ درجه - ۲ دقیقه	
۳۳/۳۲ ⁱ	۳/۰۲ ^h	۶۰/۰۵ ^{gh}	۴ درجه - ۴ دقیقه	
۳۱/۹۰ ^j	۲/۸۲ ⁱ	۵۹/۷۶ ^{hi}	شاهد	
۳۶/۴۳ ^e	۶/۱۱ ^{cd}	۶۵/۸۴ ^e	۱۰ درجه - ۱۰ دقیقه	آئوزونیا
۳۶/۱۱ ^{ef}	۵/۳۹ ^{ef}	۶۵/۴۰ ^{ef}	۲ درجه - ۲ دقیقه	
۳۱/۳۷ ^{jk}	-۴/۱۵ ^k	۶۰/۰۳ ^h	۴ درجه - ۴ دقیقه	
۳۰/۰۱ ^l	-۳/۷۸ ^{kl}	۵۹/۸۵ ^{hi}	شاهد	

اعدادی که دارای حروف مشترک هستند بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

رنگ سنجی را به خود اختصاص داده است. ارقام مارفونا، آئولا و آئوزونیا در مراتب بعدی قرار دارند (جدول ۴). مطابق نتایج به دست آمده ملاحظه می‌شود تیمارهای حرارتی مختلف در سطح ۱٪ اثر معنی داری بر میزان روشنایی خلال‌های هر چهار رقم سیب زمینی گذاشته‌اند (جدول ۴). در ۷۰ درجه ۱۰- دقیقه بیشترین میزان روشنی (L) و بیشترین مقادیر فاکتورهای a,b به دست می‌آید.

جدول ۵ نشان می‌دهد میزان جذب روغن در خلال‌های رقم مارفونا بیشتر از ارقام دیگر است و رقم آئولا با بیشترین درصد ماده خشک، کمترین جذب روغن را دارد. با مقایسه این جدول و نتایج مربوط به ماده خشک و وزن مخصوص در غده‌ها، میزان جذب روغن در فرآورده‌های سرخ شده

در دماهای ۶۰-۷۵ درجه سانتی گراد به ویژه در ۷۰ درجه، تعداد بیشتری از گرانولهای نشاسته ژلاتینه شده و کلسیم بیشتری آزاد می‌شود (۱۷). یون‌های کلسیم با گروههای کربوکسیل حاصل از عمل آنزیم پکتین متیل استراز واکنش داده، سفتی بافت محصول افزایش می‌یابد (۱۹ و ۲۰).

زمان کافی فرایند حرارتی باعث توزیع مناسب یون‌های کلسیم در دیواره سلولی می‌شود. بنابراین قابل انتظار است که در شرایط ۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه سفتی بافت محصول بیشتر از تیمارهای دیگر باشد و از هم گسیختگی ناشی از پخت و جدا شدن سلول‌ها مهار گردد.

ارزیابی اثر فرایند حرارتی بر رنگ خلال‌های سیب زمینی نشان می‌دهد که رقم آگریا بیشترین مقادیر شاخص‌های

جدول ۵. اثر فرایند حرارتی و رقم سیب زمینی بر درصد جذب روغن فرنچ فرایز

رقم سیب زمینی	تیمار حرارتی	درصد جذب روغن
مارفونا	۹۵ درجه - ۲ دقیقه	۲۴/۵۸ ^a
آئوزونیا	۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه	۲۲/۶۰ ^d
آگریا	۷۰ درجه - ۴ دقیقه	۲۳/۰۶ ^b
آئولا	شاهد	۲۳/ ۲۱ ^{bc}
آئولا	۹۵ درجه - ۲ دقیقه	۲۳/ ۷۸ ^c
آگریا	۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه	۲۱/ ۰۰ ^{fg}
آئوزونیا	۷۰ درجه - ۴ دقیقه	۲۱/۹۸ ^e
آگریا	شاهد	۲۲/۲۷ ^{de}
آئولا	۹۵ درجه - ۲ دقیقه	۲۱/۴۳ ^g
آگریا	۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه	۱۹/۸۳ ⁱ
آئولا	۷۰ درجه - ۴ دقیقه	۲۰/ ۵۴ ^h
آئولا	شاهد	۲۰/ ۶۸ ^h
آئولا	۹۵ درجه - ۲ دقیقه	۱۸/۰۳ ^j
آئولا	۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه	۱۵/ ۶۶ ^l
آئولا	۷۰ درجه - ۴ دقیقه	۱۶/۸۶ ^k
آئولا	شاهد	۱۶/۹۹ ^k

اعدادی که دارای حروف مشترک هستند بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی داری ندارند.

شدن نیاز دارند و در نتیجه فرصت کمتری برای جذب روغن و تخریب رنگ در اختیار آنها می‌باشد.

در یک ارزیابی کلی درباره تأثیر فرایند حرارتی مقدماتی بر شاخص‌های کیفی فرنچ فرایز و بر طبق نتایج جداول ۳ تا ۵ ملاحظه می‌شود در شرایط ۷۰ درجه - ۵ دقیقه خصوصیات کیفی خلال‌های سیب‌زمینی شامل رنگ، بافت و درصد جذب روغن به طور چشمگیری بهبود می‌یابند لذا این تیمار به عنوان شرایط مطلوب فرایند حرارت مقدماتی در صنعت تولید فرنچ فرایز پیشنهاد می‌گردد. هم‌چنین با استناد به نتایج به دست آمده در جداول ۱ تا ۵ ارقام آئولا و آگریا در مجموع برای فرایند تولید خلال‌های نیمه سرخ منجمد سیب‌زمینی یا فرنچ فرایز معرفی می‌شوند.

سیب‌زمینی کاهش می‌یابد (۱۱، ۱۲ و ۱۳). طبق نتایج به دست آمده، محصول تیمار شده در آب ۹۵ درجه به مدت ۲ دقیقه بیشترین میزان روغن را جذب نموده است. حال آن که در شرایط ۷۰ درجه - ۱۰ دقیقه کمترین جذب روغن به دست‌آمد. تفاوت محسوسی بین درصد روغن جذب شده در محصول فرنچ فرایزی که تحت شرایط ۷۰ درجه - ۴ دقیقه تیمار شده با نمونه شاهد مشاهده نمی‌شود.

نتایج تحقیقات تالبورت نشان می‌دهد خلال‌های سیب‌زمینی با ۲۴٪ ماده خشک، جذب روغنی در حدود ۹٪ کمتر از خلال‌های با ۱۹٪ ماده خشک داشتند (۱۹). عدد با ماده خشک بالا به دلیل درصد رطوبت کمتر به زمان کوتاه‌تری برای سرخ

سپاسگزاری

قدرتانی می‌گردد. هم‌چنین از آقای مهندس بهمن بهرامی و پرسنل آزمایشگاه علوم و صنایع غذایی برای همکاری در عملیات آزمایشگاهی این پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

بدین‌وسیله از مسئولین پژوهشی دانشگاه و سازمان برنامه بودجه استان اصفهان به خاطر تأمین بودجه این تحقیق تشکر و

منابع مورد استفاده

۱. دخانی، ش. و ل. ربیعی مطمئن. ۱۳۸۰. بررسی میزان تغییر قندها و اسیدهای آلی ارقام سیب‌زمینی (مورن، مارفونا و آگریا) استان اصفهان طی انبار داری با روش کروماتوگرافی مایع با کارائی بالا. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۶۸:(۱۵)-۱۷۳.
۲. ربیعی مطمئن، ل. ۱۳۷۶. مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیایی برخی از ارقام سیب‌زمینی استان اصفهان (مورن، مارفونا و آگریا) به صورت خام و فرایند شده طی مدت انبار داری سیب زمین، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷ صفحه.
۳. فلاحی، م. ۱۳۷۶. دانش و تکنولوژی سیب‌زمینی. انتشارات بارثاوا، مشهد.
4. A.O.A.C. 1980. Official Method of analysis of the association of analytic chemists. 12th ed, Washington D.C.
5. Bartolome, L.G. and G.E.Hoff. 1972. Firming of potatoes: biochemical effect of preheating. J. Agric and Food Chem. 20: 266-270.
6. Dokhani, Sh., B. Ooraikul, M. Placic and D. Hadziyev. 1988. HPLC. Analysis of sugars in raw and processed potatoes. Iran Agric. Res. 7(1):23-36.
7. Gould, W.A., A. Baurodi and B.L. Hair. 1979. Evaluation of potato before and after storage regimes for chipping. Amer. Pot. J. 50:133-142.
8. Grazyna L. and G. Golubowska. 2005. Structural changes of potato tissue during French fries production. Food Chem. 93(4): 681-687.
9. Keijbets, M.J. and W.Plink. 1974. Beta-elimination of pectin in the presence of anions and cation. Carbohyd.33:359-362.
10. Khalil, A.M. 1999. Quality of French-fries potatoes influence by coating with hydrocolloids. J.Food Chem. 66(2):201-208.
11. Pinthus, E.J., P. Weinberg and L. S. Saguy. 1992. Gel-strength in restructured potato products affects oil uptake during deep-fat frying. J. Food Sci.57 (6):1359-1361
12. Pinthus, E.J. 1995. Criterion for oil uptake during deep-fat frying. J. Food Sci.58 (1):204-222.
13. Sayre, R.N., M. Nonaka and M.L. Weaver. 1975. French-fry quality related to specific gravity the same tuber. Am. Potato J. 52:73-81.
14. Somsen, D., A. Capelle and J. Tramper. 2004. Manufacturing of par- fried French-fries: part1: production yield as a function of number of tubers per kilogram. J. Food Eng. 61(2): 191-198.
15. Somsen, D., A. Capelle and J. Tramper. 2004. Manufacturing of par-fried French-fries: part 2: Modeling yield efficiency of peeling per kilogram. J. Food Eng. 61(2):199-207.
16. Smith, D.S., J.N.Cash, W.K.Nip and Y.H.Mui.1977. Processing Vegetable Sci. and Technol. Technomic Publishing. 237-285.
17. Spiess, W.E.L., G. Customidt and B. Putz. 1975. Starch 27:17-23.
18. Stanly, D.W., M.C. Bourne, A.P. Stone. 1995. Low temperature blanching effects on chemistry, firmness and structure of canned green beans and carrots. J. Food Sci.6:327-333.
19. Talburt, W.F. and M.S. Ora-Smith. 1975. Potato Processing. Third Edition. AVI Pub. Co., USA.
20. Zhang, Q. and J.N. Peterson. 1992. Vegetable blanching process modeling and control. ASAE Paper NO.926545. St. Josheph, Michigan.