Archive of SID

بررسی اثر پیش‌تیمارهای مختلف بر میزان جذب روغن و چروکیدگی قطعات هویج طی سرخ‌کردن سطحی و عمیق

پروا صالح اقدم[۱]، نارملا آصفی[۲*]

۱- دانش اموخته کارشناسی ارشد گروه علوم صنایع غذایی ، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
۲- استادیار ،گروه علوم صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۵/۱۳)

چکیده

هویج یکی از سبزیجات غنی از ویتامین و مواد معدنی می‌باشد که به‌صورت خام و سرخ شده استفاده می شود؛ کاهش محتوای روغن محصولات سرخ شده به منظور ارتقا سطح سلامت جامعه امری ضروری و حایض اهمیت به شمار می رود. به جهت اطلاعات نا کافی در زمینه انجام پیش تیمارهای مناسب قبل از سرخ کردن عمیق و سطحی برای دستیابی به محصول کم‌چرب با خواص کیفی مطلوب و کمترین میزان چروکیدگی؛ پژوهش حاضر طراحی گردید، این پژوهش با به کارگیری پیش‌تیمارهای آنزیم‌بری (۰، ۲/۵ و ۵ دقیقه)، دما (٤۰ - ، ۰ و٤۰ درجه‌ی سلسیوس) و زمان نگهداری در آن دما (۱، ۲و ۳ ساعت) به جهت تعیین پیش‌تیمار مناسب با استفاده از روش آماری RSM، در هر دو نوع سرخ کردن عمیق و سطحی انجام گردید، تیمارهای آنزیم بری نشده‌ای که در دمای ٤۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت زمان ۲ ساعت خشک گردیده بودند، با دارا بودن کمترین میزان جذب روغن، کمترین مقدار چروکیدگی و مقدار بالای رطوبت به عنوان تیمار بهینه انتخاب شدند.

کلید واژگان: آنزیم‌بری، انجماد، خشک کردن، سرخ کردن، هویج

*مسئول مکاتبات: n.asefi@iaut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

تغییر الگوی زندگی به سمت مدرن شدن و مصرف مواد غذایی پرچرب یکی از عوامل ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، چاقی و سرطان بوده؛ ازاین‌رو تولید مواد غذایی کم‌چرب با هدف دستیابی مصرف‌کنندگان به رژیم غذایی سالم امری ضروری در جهت سلامت تغذیه جامعه می‌باشد [۱].

هویج یکی از سبزیجات متعلق به گروه apiaceae است که با نام علمی .Daucus carrot L رده‌بندی می‌شود [۲]. ریشه این سبزی حاوی مواد معدنی مختلف نظیر آهن، مس، منیزیوم، فسفر و... و ویتامین‌هایی نظیر گروه B و C می‌باشد [۳]. هویج دارای مقادیر بالای بتاکارتن به عنوان پیش‌ساز ویتامین A است؛ به‌طوری‌که مصرف روزانه‌ی ۱۰۰ گرم از این سبزی، باعث تامین ۱۷درصد از کل ویتامین A مورد نیاز بدن می‌گردد[٤]. بنابراین موارد مذکور به همراه طعم مطبوع باعث مصرف هویج در تهیه‌ی انواع غذاها شده است [٥]. یکی از قدیمی‌ترین فرایندهای پخت انواع مواد غذایی از جمله هویج سرخ کردن به دو صورت سطحی و عمیق می‌باشد. این فرایندها به دلیل سادگی و هزینه‌های نسبتاً پایین، یکی از پرکاربردترین فرایندها در صنایع غذایی هستند [٦، ۷]. به‌طوری که سالانه در حدود ۲۰ میلیون تن روغن سرخ کردنی در سراسر جهان جهت تولید مواد غذایی سرخ کردنی به بازار عرضه می‌گردد[۸].

درطول فرایند سرخ کردن انتقال هم‌زمان جرم و حرارت باعث خروج آب و نفوذ روغن به داخل ماده‌ی غذایی می‌شود [۹]؛ که این مکانیسم‌ها تغییرات فیزیکوشیمیایی مختلفی را به همراه دارند؛ که از جمله این توان به ژلاتینه شدن نشاسته، واکنش مایلارد و دناتوره شدن پروتئین‌ها اشاره نمود[۱۰]. از نتایج مثبت تغییرات حاصل از سرخ کردن، می‌توان به ایجاد طعم و بافت مطلوب در محصول سرخ شده اشاره نمود؛ همچنین افزایش اثرات آنتی‌اکسیدانی کاروتنوئیدها در حضور چربی از دیگر مزایای سرخ کردن هویج می‌باشد[٤]. با این حال حضور مقادیر بالای چربی که گاهی مقدار آن به $\frac{1}{3}$ وزن کل محصول می‌رسد [۱۱]، از نتایج منفی فرایند سرخ کردن است؛ به‌طوری‌که این مقدار نه تنها از نظر کالری قابل جذب، برای مصرف‌کننده مناسب نیست؛ بلکه از نظر اقتصادی نیز برای تولیدکننده مقرون به صرفه نمی‌باشد؛ ازاین‌رو استفاده از تیمارهای مناسب جهت کاهش محتوای روغن محصولات سرخ شده به‌منظور ارتقا سطح سلامت جامعه امری ضروری و حائز اهمیت به‌شمار می‌رود[۱۳،۱۲] نتایج نشان می‌دهند که پیش‌تیمار خشک کردن باعث تشکیل پوسته بر روی سطح سیب‌زمینی‌ها می‌شود و این مورد باعث کاهش حمل بخار از طریق لایه سطحی و در نهایت کاهش جذب روغن می‌گردد[١٤]. همچنین میزان جذب روغن در نمونه‌های آنزیم‌بری شده، مشابه یا بیشتر از نمونه‌های شاهد بود[١٥]. در این راستا نتایج برخی از تحقیقات بیانگر آن است که پیش‌تیمارهای مختلف قبل از فرایند سرخ کردن بر میزان روغن جذب شده و میزان چروکیدگی موثر می‌باشند.

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر پیش‌تیمار آنزیم‌بری[١٦]، خشک کردن[۱۷] و انجماد[۱۸] بر میزان جذب روغن و خواص کیفی هویج سرخ شده می‌باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها

در این تحقیق، هویج و روغن مایع به عنوان مواد خام، مورد استفاده قرار گرفتند. هویج از بازار محلی تبریز خریداری گردید و قبل از انجام آزمایشات در سردخانه بالای صفر نگه‌داری شد. روغن مورد استفاده در این مطالعه، روغن مایع مخصوص سرخ کردنی کارخانه آفتاب (مخلوطی از روغن‌های آفتابگردان، سویا و پنبه‌دانه) بود.

برای انجام آزمایش، هویج‌ها پس از شستشو و پوست‌گیری، توسط یک کاتردستی به صورت خلال‌های باریک با ضخامت ۰/۲ سانتی‌متر وطول ٤ سانتی‌متر برش داده‌شد.

۲-۲-شرایط انجام پیش‌تیمارها

پیش‌تیمار آنزیم‌بری با غوطه‌وری نمونه‌های هویج در آب ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس انجام گرفت، برای انجام پیش‌تیمار خشک کردن از آون مجهز به سیرکولاسیون هوا با دمای ٤۰ درجه‌ی سلسیوس و برای انجام انجماد در دمای صفر از یخچال و انجماد در دمای ٤۰- درجه‌ی سلسیوس از فریزر (با قابلیت تنظیم تا دمای ۸۰-) استفاده گردید. سطوح کدبندی شده متغیرهای مستقل به‌صورت -۱، ۰ و ۱ بوده و در جدول (۱) نشان داده شده‌است.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 1 Independent variables used in the paper

Variable type	Symbol	-1	0	+1
Storage temperature	X_1	-40	0	40
Storage time(h)	X_2	0	2/5	5
Blanching(minute)	X_3	1	2	3

۲-۳- شرایط سرخ کردن

۲-۳-۱-سرخ کردن عمیق

بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها، سرخ‌کن با ۱/۵ لیتر روغن پر شد و بعد از تنظیم دما (۱۸۰°C)، نمونه‌های هویج به میزان ۱۲۰-۱۰۰ گرم در داخل سبد مشبک سرخ‌کن قرار گرفتند[۱۹] و سپس سبد حاوی نمونه‌ها، به‌طور اتوماتیک در روغن غوطه‌ور گردید؛ بعد از سرخ شدن نمونه‌ها (تا رسیدن به رنگ مطلوب)، نمونه‌ها از سرخ‌کن خارج گردید محدوده زمان سرخ کردن نمونه‌ها با توجه به پیش‌تیمارها متفاوت بود و بین ۰/۵ تا ۱ دقیقه متغیر بود و روغن سطحی آنها توسط یک کاغذ جاذب حذف شد و بلافاصله آنالیزهای مربوطه بر روی آنها انجام گرفت.

۲-۳-۲-سرخ کردن سطحی

همچنین در سرخ کردن سطحی مقدار معینی روغن (به اندازه ۱/۳ ضخامت نمونه‌ها) به ماهی‌تابه ریخته شده و سپس نمونه‌های تیمارشده در ماهی‌تابه جهت سرخ‌شدن شناور گردید (تا رسیدن به رنگ مطلوب).محدوده زمان سرخ کردن نمونه ها با توجه به پیش‌تیمارها متفاوت بود و بین ۲ تا ۳ دقیقه متغیر بود. پس از خروج نمونه‌ها از روغن بلافاصله آنالیزهای مربوطه بر روی آنها انجام گرفت. عمل سرخ کردن در هر دو روش در هر تیمار با ۳ بار تکرار انجام گرفتو بعد از ۳ تکرار برای هر تیمار روغن سرخ کن تعویض گردید.

۲-٤-محتوای روغن بعد از سرخ کردن

محتوای روغن نمونه‌های سرخ شده از طریق استخراج روغن آنها در دستگاه سوکسله، با استفاده از حلال پترولیوم‌اتر اندازه‌گیری گردید[۲۰] و بر حسب گرم روغن بر گرم ماده‌خشک بدون روغن گزارش شد.

۲-۵- محتوای رطوبت بعد از سرخ کردن

محتوای رطوبت نمونه‌های سرخ شده، از طریق خشک‌کردن آنها در آون کنوکسیونی در دمای ۱ ±۱۰۵درجه‌ی سلسیوس، تا رسیدن به وزن ثابت انجام شد [۲۰] و در نهایت بر حسب گرم رطوبت بر گرم ماده خشک بدون روغن گزارش گردید.

2-6- ارزیابی چروکیدگی بعد از سرخ کردن

برای ارزیابی چروکیدگی محصول فرآوری شده از روش جابجایی سیال استفاده شد بدین ترتیب که چروکیدگی تحت عنوان درصد تغییر حجم نمونه‌ی فرآوری شده نسبت به نمونه‌ی خام تعریف می‌شود[۲۱].

$$\%S = \frac{Vi - V}{Vi} \cdot 100$$ (معادله ۲-۱)

V_i : حجم نمونه قبل از خشک‌کردن

V : حجم نمونه بعد از خشک‌کردن

S%: درصد چروکیدگی

۲-٦-تجزیه و تحلیل آماری

جهت تعیین بهترین نمونه از لحاظ میزان جذب روغن و میزان چروکیدگی طی مدت سرخ کردن از روش سطح پاسخ Response Surface Method (RSM) در قالب طرح مرکزی (CCD) با تعداد ۲۰ تیمار شامل ۳ تکرار در نقطه مرکزی با استفاده از نرم‌افزار Minitab17 انجام گرفت. متغیرهای مستقل شامل فاکتور دما در سه سطح ٤۰c^o- (انجماد)، ۰c^o (دمای یخچال) ، ٤۰ c^o(دمای خشک کن) و زمان نگهداری در دماهای منتخب در سه سطح (۱، ۲ و ۳ ساعت) و پیش تیمار آنزیم بری در سه سطح (۰ ، ۲/۵ و ۵ دقیقه) و پاسخ‌های اندازه‌گیری شده شامل میزان جذب روغن و میزان چروکیدگی بودند. در جدول ۱ سطوح کدبندی شده متغیرهای مستقل به‌صورت۱- ،۰، ۱ بوده و همچنین در جدول ۲ طرح مرکب مرکزی مربوط به تیمارها نشان داده شده‌است. رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل و توسط نرم‌افزار Minitab17 صورت پذیرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 2 Central composite design experiments

Blanching (minute)	Storage temperature	Storage time(h)
2.5	-40	2
0	0	2
0	40	3
2.5	0	3
0	-40	1
2.5	0	2
2.5	0	2
2.5	40	2
0	-40	3
2.5	0	2
2.5	0	2
5	40	1
5	-40	3
2.5	0	1
5	-40	1
2.5	0	2
5	40	3
0	40	1
5	0	2
2.5	0	2

۳- نتایج و بحث

۳-۱-محتوای روغن طی سرخ کردن عمیق

براساس نتایج جدول (۳) آنالیز واریانس در خصوص محتوای جذب روغن تیمارهای مختلف در طی سرخ کردن عمیق می‌توان بیان کرد که اثر مستقل و مربعی دمای نگهداری و زمان آنزیم‌بری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ($p<1\%$). بیش‌ترین مقدار R^2 پیش‌بینی شونده برای مدل برابر ۹۸٪ و بیشترین اثر با توجه به میانگین مربعات مربوط به دمای نگهداری با میزان (۹۳۳/۰۰۰) می‌باشد.

Table 3 The results of analysis of variance (ANOVA) treatments for the content of oil in deep frying

Source	DF	Seq SS	Adj SS	F	P
Linear Model	3	1112.64	370.881	158.94	0.000
(X_1)	1	933.00	933.00	399.83	0.000
(X_2)	1	178.76	178.76	76.61	0.000
(X_3)	1	0.88	0.88	0.38	0.552
$(X_1)^2$	1	98.53	37.17	15.93	0.003
$(X_2)^2$	1	33.37	53.35	22.86	0.001
$(X_3)^2$	1	27.01	27.01	11.57	0.007
$(X_1 X_2)$	1	1.15	1.15	0.49	0.499
$(X_1 X_3)$	1	10.19	10.19	4.37	0.063
$(X_2 X_3)$	1	6.07	6.07	2.60	0.138
Residual Error	10	23.33	23.33	158.94	0.000
Pure Error	5	9.55	9.55	399.83	

معادله زیر اثرات متغیرهای مستقل دمای نگهداری، آنزیم‌بری و زمان نگهداری طبق جدول (۱) در دمای مورد نظر بر روی محتوای روغن طی سرخ‌کردن عمیق را نشان می‌دهد.

$Y = ۰/۸۶۹۷۲۷ + ۰/۰۰۷۶۶۲۵۰ x_1 - ۰/۰۸۱۱۴۹۱ x_2 + ۹/۷۸۹۷۷E-۰۵ x_1^2 - ۰/۰۶۶۸۶۳۶ x_2^2 - ۹/۱۰۰۰۰E-۰۴ x_1 x_2$

۳-۲-محتوای روغن طی سرخ‌کردن سطحی

براساس نتایج جدول (٤) آنالیز واریانس در خصوص محتوای جذب روغن تیمارهای مختلف در طی سرخ کردن سطحی می‌توان بیان کرد که اثر مستقل و مربعی دمای نگهداری و زمان آنزیم‌بری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ($p<1\%$). بیش‌ترین مقدار R^2 پیش‌بینی شونده برای مدل برابر ۹۹٪ و بیشترین اثر با توجه به میانگین مربعات مربوط به دمای نگهداری با میزان (۱۵۰٦/۲٤) می‌باشد.

معادله زیر اثرات متغیرهای مستقل دمای نگهداری، آنزیم‌بری و زمان نگهداری طبق جدول (۱) در دمای مورد نظر بر روی محتوای روغن طی سرخ‌کردن سطحی را نشان می‌دهد.

$Y = ٤۲/ ۷۵۲٤ - ۰/۲٦۵۹۵۰ x_1 + ۵/۷۸۰۰۰ x_2 - ۰/۰۰۲۳۵۵۰۰ x_1^2 + ۰/۰۷۷۷۲۵۰ x_1 x_2 - ۰/۹٤۳٦۰۰ x_2 x_3$

www.SID.ir

Archive of SID

Table 4 The results of analysis of variance(ANOVA)treatments for the content of oil in surface frying

Source	DF	Seq SS	Adj SS	F	P
Linear Model	3	1918.56	639.57	774.58	0.000
(X_1)	1	1506.24	1506.24	1824.35	0.000
(X_2)	1	409.08	409.08	495.47	0.000
(X_3)	1	3.24	3.24	3.92	0.076
$(X_1)^2$	1	3.67	5.57	6.75	0.027
$(X_2)^2$	1	4.98	18.07	21.88	0.001
$(X_3)^2$	1	33.83	33.83	40.97	0.000
$(X_1 X_2)$	1	111.75	111.75	135.35	0.000
$(X_1 X_3)$	1	8.63	8.63	10.45	0.009
$(X_2 X_3)$	1	0.67	0.67	0.81	0.390
Residual Error	10	8.26	8.26		
Pure Error	5	2.80	2.80		

۳-۳-تفسیر نمودارهای محتوای روغن در طی سرخ کردن عمیق

با توجه به تاثیرگذاری دمای نگه‌داری و زمان آنزیم‌بری در میزان محتوای روغن در طی سرخ کردن عمیق، شکل (۱) و (۲) نشان می‌دهد که با افزایش دما از ٤۰- درجه به ٤۰ درجه سلسیوس محتوای روغن نمونه‌های سرخ شده کاهش می‌یابد؛ علت پدیده مذکور مربوط به میزان رطوبت ماده‌ی غذایی بود. در نمونه‌هایی که دارای رطوبت بیشتری هستند در حین سرخ‌شدن با عمل خروج آب از ماده‌ی غذایی فضاهای خالی داخل ماده‌ی غذایی ایجاد شده و اجازه ورود روغن را به ماده‌ی غذایی می‌دهد [۱،۲۲،۲۳].

در یک ماده‌ی غذایی خشک شده که محتوای رطوبتی کمی دارد یک لایه نازک بر سطح خارجی ماده‌ی غذایی ایجاد شده این لایه باعث افزایش مقاومت در مقابل نفوذ روغن به بخش درونی قطعات سرخ شده می‌شود[۱٦،۲٤].

بنابراین می‌توان بیان کرد، پیش‌تیمار خشک‌کردن به‌دلیل کاهش پدیده‌ی انتقال جرم (افت رطوبت و جذب روغن) در طول فرآیند سرخ کردن عمیق و کاهش نسبت منافذ باز، به‌عنوان یک روش موثر جهت کاهش محتوای روغن در محصول سرخ شده‌ی نهایی می‌باشد[۲۵،۲٦،۲۷].

در پژوهش حاضر طبق شکل (۲) علت بیشتر بودن محتوای روغن در دمای ٤۰- درجه سلسیوس مربوط به بیشتر بودن رطوبت بوده ضمن اینکه در دمای ٤۰- درجه سلسیوس کریستال‌های یخ ایجاد شده در درون بافت ماده‌ی غذایی باعث تخریب ساختار سلولی شده و در نتیجه در عمل سرخ کردن روغن بیشتری جذب ماده‌ی غذایی می‌شود.

روند افزایش جذب روغن در بررسی اثر پیش‌تیمار آنزیم‌بری نشان می‌دهد که با افزایش زمان آنزیم‌بری قبل از عمل سرخ کردن میزان جذب روغن بیشتر می‌گردد؛ که میتوان این امر را به دلیل خروج مواد محلول داخل بافت‌های سلولی و جایگزینی آن با آب در طی عمل آنزیم‌بری و همچنین تخریب بافت سلولی نسبت داد. شکل (۲) نشان دهنده‌ی میزان افزایش روغن براساس زمان آنزیم‌بری را نشان می‌دهد.

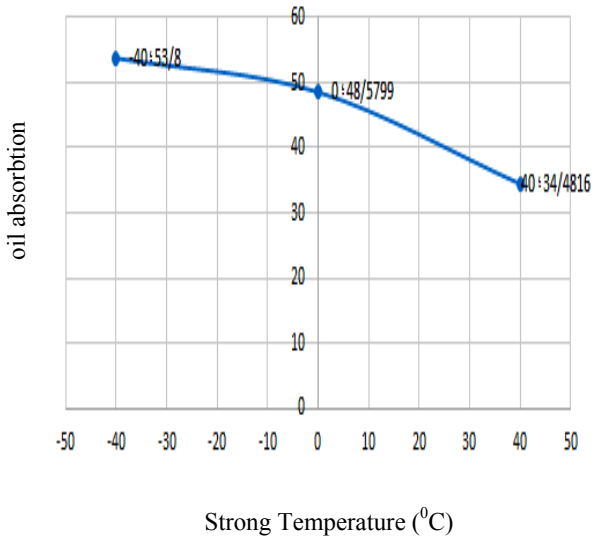

Fig 1 Effect of Pretreatment of storage temperature on the amount of oil absorption during deep frying

www.SID.ir

Archive of SID

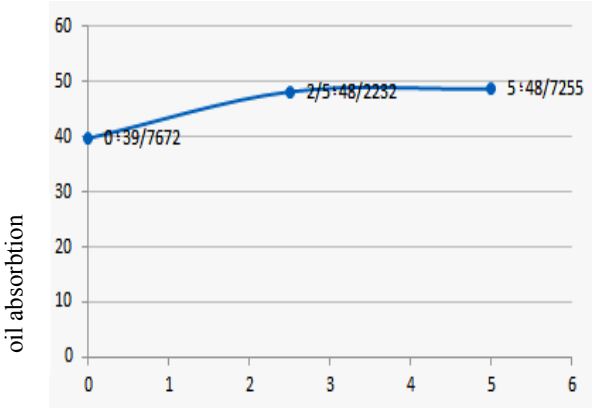

Fig 2 the effects of blanching pretreatment on the amount of oil absorption during deep frying

۳-٤-تفسیر نمودارهای محتوای روغن در طی سرخ‌کردن سطحی

بررسی نتایج میزان محتوای روغن جذب‌شده در سرخ کردن سطحی نشان داد که علاوه بر اثرات مستقل دمای نگه‌داری و زمان آنزیم‌بری اثرات متقابل این فاکتورها نیز بر میزان جذب روغن تاثیرگذار است شکل (۳) اثر متقابل فاکتورها را نشان می‌دهد.

شکل (۳) نشان می‌دهد که بیشترین میزان جذب روغن در دمای نگهداری ٤٠- و زمان ٥ دقیقه آنزیم‌بری رخ داده‌است. براساس نتایجی که قبلا در سرخ کردن عمیق ذکر شد در سرخ کردن سطحی نیز با افزایش رطوبت و تخریب بافت سلولی میزان روغن جذب‌شده بیشتر می گردد.

براساس نتایج حاصل از بررسی محتوای روغن در هر دو نوع سرخ کردن سطحی و عمیق می‌توان بیان کرد که سرخ کردن سطحی باعث افزایش مقدار جذب روغن می‌شود.

۳-٥- مقایسه نمودارهای مربوط به جذب روغن با نمودارهای محتوای رطوبت

با توجه به تاثیرگذاری دمای نگه‌داری و زمان آنزیم‌بری در میزان محتوای رطوبت در طی سرخ کردن عمیق و سطحی، شکل (٤) مربوط به سرخ کردن عمیق نشان می‌دهد که با کاهش دما از ٤٠ درجه به ٤٠- درجه سلسیوس محتوای رطوبت نمونه‌های سرخ شده کاهش می‌یابد؛

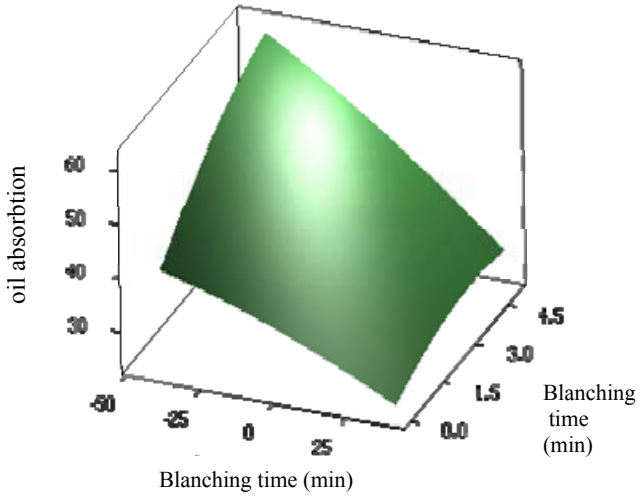

Fig3 Effects of pretreatment of blanching and storage temperature on the content of oil in the frying surface

در نمونه‌هایی که دارای رطوبت بیشتری هستند در حین سرخ‌شدن با عمل خروج آب از ماده‌ی غذایی فضاهای خالی داخل ماده‌ی غذایی ایجاد شده و اجازه ورود روغن را به ماده‌ی غذایی می‌دهد [۱،۲۲،۲۳] با توجه به نمودارهای مربوط به میزان روغن جذب شده و محتوای رطوبت می توان بیان کرد هرچه میزان رطوبت از دست رفته حین سرخ کردن بیشتر شود یا به عبارتی رطوبت نهایی کمتر باشد میزان جذب روغن بیشتر خواهد بود، لازم به ذکر هست که رطوبت اولیه در هر ۱۰۰ گرم هویج خام تازه ۸۸٪ می باشد.

همچنین با توجه به شکل (٥) و (٦) در هر دو نوع سرخ کردن سطحی و عمیق پیش‌تیمار آنزیم‌بری باعث کاهش مقاومت در برابر انتقال رطوبت و افزایش ضریب انتشار موثر رطوبت می‌گردد بنابراین نمونه های آنزیم‌بری شده نسبت به نمونه های عدم آنزیم‌بری شده رطوبت کمتر و جذب روغن بالاتری خواهند داشت [۲۹،۲۸].

www.SID.ir

Archive of SID

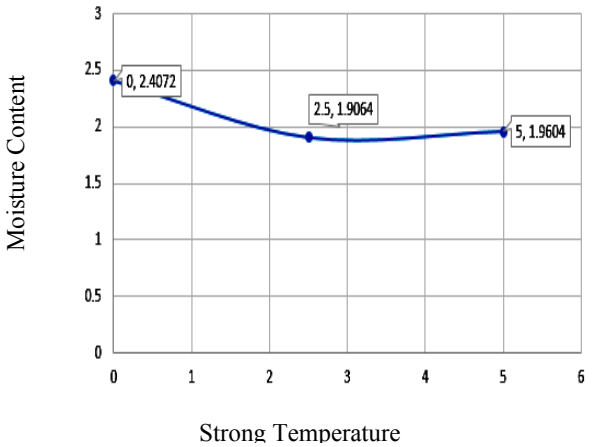

Fig 6 the effect of pretreatment of blanching the moisture content in the frying surface

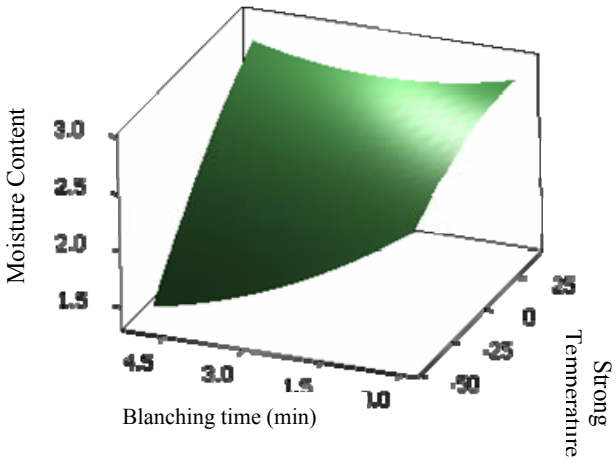

Fig 4 Effect of storage temperature and time of blanching treatments on the moisture content during deep frying

۳-٦- میزان چروکیدگی طی سرخ کردن عمیق

براساس نتایج جدول (۵) آنالیز واریانس در خصوص میزان چروکیدگی تیمارهای مختلف در طی سرخ کردن عمیق می‌توان بیان کرد که اثر مستقل متغیرهای دمای نگه‌داری، زمان آنزیم‌بری و زمان نگه‌داری در دمای مورد نظر و اثر متقابل دمای نگه‌داری و زمان آنزیم‌بری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود ($p<1\%$). بیش‌ترین مقدار R^2 پیش‌بینی شونده برای مدل برابر ۹۷٪ و بیشترین اثر با توجه به میانگین مربعات مربوط به دمای نگهداری با میزان (۱۱٦۷/۸۰) می‌باشد.

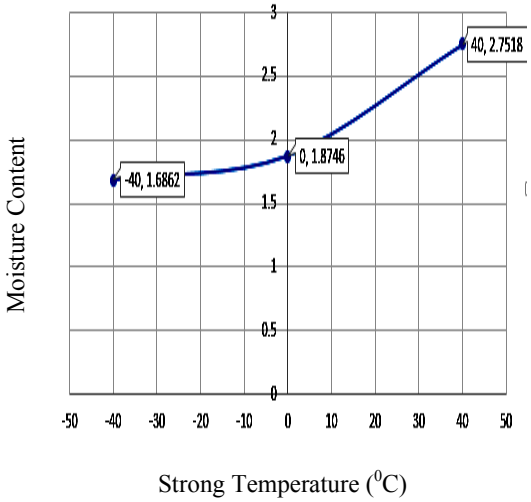

Fig5 shows the effect of pretreatment temperature to keep the moisture content in the frying surface

Table 5 The results of analysis of variance(ANOVA) treatments for the shrinkage in deep frying

Source	DF	Seq SS	Adj SS	F	P
Linear Model	3	1617.83	539.24	101.18	0.000
(X_1)	1	403.47	403.47	75.71	0.000
(X_2)	1	1167.80	1167.80	219.12	0.000
(X_3)	1	46.46	46.46	8.72	0.014
$(X_1)^2$	1	138.77	49.66	9.23	0.012
$(X_2)^2$	1	19.95	24.37	4.57	0.058
$(X_3)^2$	1	4.50	4.50	0.84	0.380
$(X_1 X_2)$	1	107.86	107.86	20.24	0.001
$(X_1 X_3)$	1	0.24	0.24	0.04	0.837
$(X_2 X_3)$	1	0.05	0.05	0.01	0.926
Residual Error	10	53.29	53.29		
Pure Error	5	17.50	17.50		

www.SID.ir

Archive of SID

معادله زیر اثرات متغیرهای مستقل دمای نگهداری، آنزیم‌بری و زمان نگهداری طبق جدول (۱) در دمای مورد نظر بر میزان چروکیدگی طی سرخ‌کردن عمیق را نشان می‌دهد.

$Y=۸۹/۳۳۳۶-$
$۰/۰۱۰۲۵۲۵x_1+۰/۷۹۵۲۵۵x_2+۱/٤۷۹٤۷x_3-$
$۰/۰۳۳٤۹۰۹x_1^2-۰/۲٤۰۸۱۸x_2^2-۰/۰۰۱٤۳۰۰۰x_1x_2-$
$۰/۰۰۲۲٦۲۵۰x_1x_3-۰/۰۷۷٦۰۰۰x_2x_3$

۳-۷- میزان چروکیدگی طی سرخ کردن سطحی

براساس نتایج جدول (٦) آنالیز واریانس در خصوص میزان چروکیدگی تیمارهای مختلف در طی سرخ کردن عمیق می‌توان بیان کرد که اثر مستقل و دمای نگهداری و زمان آنزیم‌بری و نیز اثر متقابل دمای نگهداری با زمان نگهداری در آن دما و زمان آنزیم‌بری با زمان نگهداری در دمای مورد نظر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ($p<1\%$). بیش‌ترین مقدار R^2 پیش‌بینی شونده برای مدل برابر ۹۹٪ و بیشترین اثر با توجه به میانگین مربعات مربوط به دمای نگهداری با میزان (٦۷۱/۷٤) می‌باشد.

Table 6 The results of analysis of variance(ANOVA) treatments for the shrinkage in surface frying

P	F	Adj SS	Seq SS	DF	Source
0.000	285.44	307.871	923.61	3	Linear Model
0.000	231.42	249.60	249.60	1	(X_1)
0.000	622.80	671.74	671.74	1	(X_2)
0.178	2.10	2.27	2.27	1	(X_3)
0.000	36.20	97.98	97.98	1	$(X_1)^2$
0.248	1.50	1.62	2.54	1	$(X_2)^2$
0.610	0.28	0.30	0.30	1	$(X_3)^2$
0.148	2.46	2.65	2.65	1	$(X_1 X_2)$
0.000	71.69	77.33	77.33	1	$(X_1 X_3)$
0.000	41.28	44.52	44.52	1	$(X_2 X_3)$
		1079	10.79	10	Residual Error
		5.33	5.33	5	Pure Error

معادله زیر اثرات متغیرهای مستقل دمای نگهداری، آنزیم‌بری و زمان نگهداری طبق جدول (۱) در دمای مورد نظر بر میزان چروکیدگی طی سرخ‌کردن سطحی را نشان می‌دهد.

$Y = ٤۲/ ۷۵۲٤- ۰/۲٦۵۹۵۰x_1+۵/۷۸۰۰۰x_2 -$
$۰/۰۰۲۳۵۵۰۰x_1^2+۰/۰۷۷۷۲۵۰x_1x_2-۰/۹٤۳٦۰۰x_2x_3$

۳-۸-تفسیر میزان چروکیدگی در طی سرخ کردن عمیق و سطحی

روند تغییرات چروکیدگی در هر دو فرآیند سرخ کردن عمیق و سطحی مشابه محتوای روغن جذب شده بود.به طور کلی در طی سرخ‌کردن محتوای رطوبتی نمونه‌ها کاهش می‌یابد و کاهش محتوای رطوبت باعث افزایش چروکیدگی نمونه‌ها می‌شود؛ به‌طوری که در زمان‌های اولیه فرآیند، در اثر خروج سریع رطوبت آزاد موجود در نمونه‌ی غذایی، چروکیدگی خیلی سریع اتفاق می‌افتد و با گذشت زمان سرخ‌کردن، آهنگ وقوع آن کاهش می‌یابد. در واقع، بروز چروکیدگی حجمی حین مراحل اولیه فرآیند سرخ‌کردن، کاملاً معادل با حجم آب خارج شده از ماده‌غذایی می‌باشد[۳۰] . از طرف دیگر ثابت شدن میزان چروکیدگی در مرحله انتهایی فرآیند سرخ‌کردن را می‌توان به تشکیل یک پوسته سخت بر سطح نمونه‌ها نسبت داد؛ که این پوسته، کاهش حجم بیشتر ماده‌غذایی را محدود می‌کند[۳۱]؛ در این صورت تغییر حالت از فاز لاستیکی به شیشه‌ای صورت می‌گیرد و سختی مواد باعث توقف چروکیدگی می‌گردد [۳۲]؛ همچنین چروکیدگی ابتدا در سطح نمونه‌ها اتفاق افتاده و به تدریج با گذشت زمان سرخ‌کردن، به سمت داخل ماده‌غذایی حرکت می‌کند [۳۳].

با توجه به شکل‌های (۷) ، (۸) و (۹) انجام پیش‌تیمار آنزیم‌بری قبل از خشک‌کردن، باعث افزایش سرعت افت رطوبت می‌گردد [۲۹،۲۸]؛ که این مورد باعث کاهش رطوبت اولیه نمونه‌ها و متعاقباً کاهش حجم آنها (افزایش چروکیدگی) بعد از سرخ کردن می‌شود.

مطابق روند تغییرات چروکیدگی در هر دو فرایند سرخ کردن عمیق و سطحی طبق شکل (۷) و (۸) نمونه‌هایی که در دمای ٤۰ درجه سلسیوس بدون عمل آنزیم‌بری تحت سرخ شدن عمیق قرار گرفته‌بودند دارای کمترین میزان چروکیدگی و در

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه کمترین میزان محتوای روغن شدند همچنین در سرخ کردن سطحی نتایج مشابه با محتوای روغن در خصوص پارامتر چروکیدگی گرفته شد.

با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل دو متغیر زمان نگه‌داری و دمای نگه‌داری در طی سرخ کردن سطحی مطابق شکل(۹) میتوان گفت با افزایش زمان نگه‌داری میزان چروکیدگی در نمونه‌ها بیشتر گردید[۳٤].

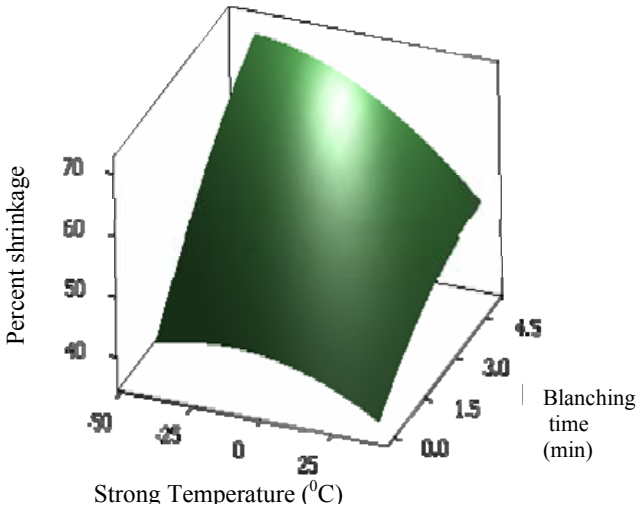

Fig 7 Effect of storage temperature and time of blanching treatments on the rate of shrinkage during deep frying

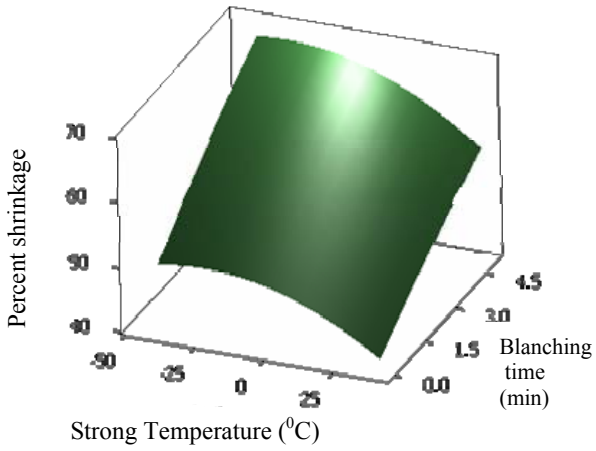

Fig 8 shows the effect of pre-treatment holding temperature and time of blanching the rate of shrinkage during the frying surface

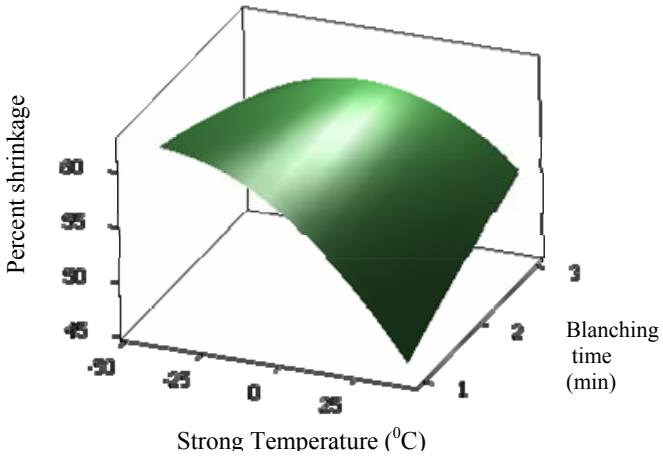

Fig 9 the effect of pre-treatment storage time and temperature on the rate of shrinkage during the frying surface

۳-۱۰- بهینه‌سازی

در این مطالعه بهینه‌سازی نهایی متغیرهای کمی مورد بررسی شامل پیش‌تیمار دمایی انجماد و خشک کردن و مدت زمان نگه‌داری در دمای پیش‌بینی شده و انجام و عدم انجام آنزیم‌بری با آب‌داغ جهت دستیابی به حالتی که کمترین میزان محتوای روغن و در عین حال بالاترین خواص کیفی شامل کمترین میزان چروکیدگی حاصل شود، با استفاده از نرم افزار Minitab17 مطابق شکل (۱۰) و (۱۱) صورت گرفت.

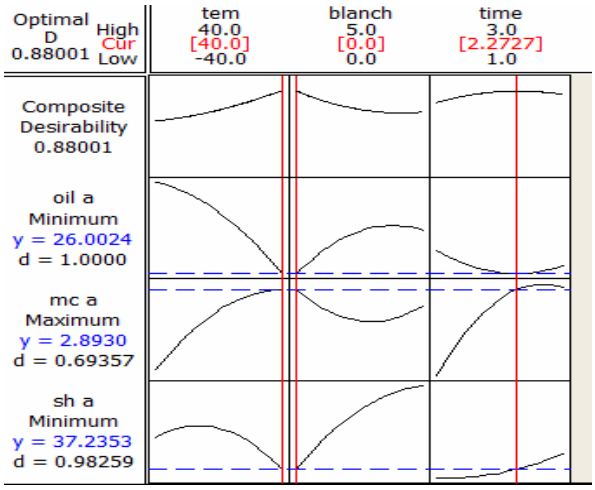

Fig 10 shows the optimized examples of deep frying

www.SID.ir

Archive of SID

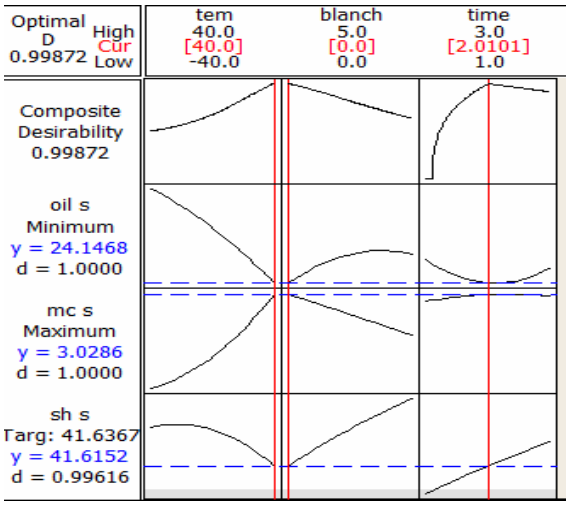

Fig 11 shows the optimized examples of surface frying

٤- نتیجه‌گیری

مطابق جدول (۷) در هر دو روش سرخ کردن عمیق و سطحی به‌ترتیب با مطلوبیت ۸۰ و ۹۰ درصد با توجه به پاسخ‌های گرفته شده، نمونه‌های هویج بدون انجام عمل آنزیم‌بری سپس خشک کردن به مدت ۲ ساعت در دمای ٤٠ درجه سلسیوس به‌عنوان مطلوب‌ترین پیش‌تیمار قبل از سرخ کردن نتیجه‌گیری شده است.

در این پژوهش آزمایش رنگ‌سنجی انجام نگرفت ولی با توجه به مشاهدات عینی نتیجه گرفته شد که در طی سرخ کردن سطحی زمان رسیدن به رنگ مطلوب بیش‌تر از سرخ کردن عمیق می‌باشد.

Table 7. optimization of the first phase of

Blanching (minute)	Storage temperature	Storage time(h)	Type of process
0	40	1.9697	deep
0	40	1.9132	surface

منابع

[1] Debnath, S., Bhat, K. & Rastogi, N. 2003. Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food. LWT. 36: 91–98.

[2] Koley, T., Singh, S., Khemariya, P., Sarkar, A., Kaur, C., Chaurasia, S., Naik, P. 2014. Evaluation of bioactive properties of Indian carrot (Daucus carota L.): A chemometric approach. Food research international. 60: 76-85.

[3] Singh, D., Beloy, J., Mcinery, J., Li, D. 2012. Impact of boron, calcium and genetic factors on vitamin C, carotenoids, phenolic acids, antioxidant capacity of carrots (Daucus carota). Food chemistry. 132: 1161-1170.

[4] Fan, L., Zhang, M., Xiao, G., Sun, J., Tao, G .2005. The optimization of vacuum frying to dehydrate carrot chips. International journal of food science and technology. 40: 911-919.

[5] Singh.S., Shivhare.U.s., Ahmed.J. and Raghavan.G.S.V. 1999. Osmotic concentration kinetics and quality of carrot preserve. Food Research International. 32:509-514.

[6] Dueik, V., Moreno, M., Bouchon, P. 2012. Microstructural approach to understand oil absorption during vacuum and atmospheric frying. Journal of food engineering. 111: 528-536.

[7] Mestdagh, F., T. De Wilde, S. Fraselle, Y. Govaert, W. Ooghe, J. Degroodt, R. Verhe, C. Van Peteghem, and B. De Meulenaer. 2008. Optimization of the blanching process to reduce acrylamide in fried potatoes. LWT-Food science and Technology. 41: 1648-1654.

[8] Farahnaky, A. , Askari, H. and Mesbahi, G. R. 1388 .The use of digital imaging for evaluating color changes of rutab during drying in a cabinet drier. Journal of Food Science and Technology. 6 (2): 52-43.

[9] Dueik, V., Robert, P., Bouchon, P. 2010. Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters of carrot crisps. Food chemistry. 119:1143-1149.

[10] Sahin, S. & Gulum Sumnu, S. 2009. Advances in deep-fat frying of foods. CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informabusiness. Chpter1,5.

[11] Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science & Technology. 14: 364-373.

[12] Bingol, G., Zhang, A., Pan, Z. & McHugh, T. 2012. Producing lower-calorie deep fat fried French fries using infrared dry-

www.SID.ir

Archive of SID

blanching as pretreatment. Food Chemistry. 132: 686–692.

[13] Dana, D. & Saguy, I. 2006. Review: Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. Advances in colloid and interface science. 128-130.

[14] Lamberg, I., B. Hallstrom, and H. Olsson. 1990. Fat uptake in a potato drying frying process. LWT- Food science and Technology. 23: 295-300.

[15] Pedreschi, F., P. Moyano, N. Santis, and R. Pedreschi. 2007. Physical properties of pre-treated potato chips. Journal of Food Engineering. 79(4): 1474–1482.

[16] Moyano, P., and F. Pedreschi. 2006. Kinetics of oil uptake during frying of potato slices:Effect of pre-treatments. LWT–Food science and Technology. 39: 285-291.

[17] Debnath, S., Bhat, K. & Rastogi, N. 2003. Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food. LWT. 36: 91–98.

[18] Shyu, S., Hau, L., Hwang, L .2005 .Effects of processing conditions on the quality of vacuum-fried carrot chips. Journal of the science of food and agriculture. 85:1903-1908

[19] Alizadehzeynab, S., Dehganniya, J., Sotikhiyabani., M. 1392. Blanching and edible hydrocolloids impact on reducing oil uptake during frying potato pieces. Journal of Food Science and New Technologies. 1: 36-21.

[20] AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of official Analytical Chemists, Washington, DC.

[21] Yasayimehrjardi, P., giyaetarzi, B., Basiri, A., Bamanimogaddam, M., Esfandiyari, Ch. 1390. Blanching and edible hydrocolloids impact on reducing oil uptake during frying potato pieces. Journal of Food Science and New Technologies. (1): 36-21.

[22] Mehta, U., and B. Swinburn. 2001. A review of factors affecting fat absorption in hot chips. Critical Reviews in Food science and Nutrition. 41: 133-154.

[23] Southern, C.R., X.D. Chen, M.M. Farid, B. Howard, and L. Eyres. 2000. Determining internal oil uptake and water content of fried thin potato crisps. Magazine Bullten Journal of Food and Bio products Processing. 78: 119-125.

[24] Ziaiifar, A.M., N. Achir, F. Courtois, I. Trezzani, and G. Trystram. 2008. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. International Journal of Food Science and Technology. 43: 1410-1423.

[25] Lamberg, I., B. Hallstrom, and H. Olsson. 1990. Fat uptake in a potato drying frying process. LWT- Food science and Technology. 23: 295-300.

[26] Krokida, M.K., V. Oreopoulou, Z.B. Maroulis, and D. Marinos. 2001_a. Colour changes during deep fat frying. Journal of Food Engineering. 2001a. 48: 219-225.

[27] Moyano, P., V. Rioseco, and P. Gonzaléz. 2002. Kinetics of crust color changes during deep-fat frying of impregnated French fries. Journal of Food Engineering. 54: 249–255.

[28] Arevalo-Pinedo, A., and F. Murr. 2007. Influence of pre-treatments on the drying kinetics dur

[29]Ertekin, C., and O. Yaldiz. 2004. Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. Journal of food engineering. 63:349–359.

[30] Garayo, J., and R. Moreira. 2002. Vacum frying of potato chips. Journal of Food Engineering. 55: 181–191.

[31] Ziaiifar, A.M., F. Courtois, and G. Trystram. 2010. Porosity development and its effect on oil uptake during frying process. Journal of Food process Engineering. 33: 191-212.

[32]Mayor, L., and A.M. Sereno. 2004. Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. Journal of Food Engineering. 61: 373–386.

[33]Taiwo, K.A., and O.D. Baik. 2007. Effects of pre-treatments on the shrinkage and textural properties of fried sweet potatoes. LWT – Food science and Technology. 40: 661-668.

[34] Krokida, M.K., V. Oreopoulou, Z.B. Maroulis, and D. Marinos. 2001_b. Effect of pre-drying on quality of French fries. Journal of Food Engineering. 49: 347-345.

ing vacuum drying of carrot and pumpkin. Journal of food engineering. 80:152–156.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of different pretreatments on the oil uptake and shrinkage carrot pieces during surface and deep frying

Salehaghdam, P. [1], Asefi, N. [2*]

1. Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

(Received: 2016/05/20 Accepted: 2016/08/03)

Carrot as one of vegetables is rich of vitamin and minerals and can be used raw or fried; reduce in oil content of frying products is necessary and would be important to upgrade the level of society health, for the reason of inadequate information in the field of doing appropriate pre-treatment before deep and surface frying to obtain low fat products with the favorable qualitative properties; current research was designed. In the research by using blanching pre-treatment (0, 2.5 and 5 minutes), temperature (-40, 0, and 40 degrees Celsius), and time of keeping in that temperature (1, 2, 3 hours) for determining appropriate pre-treatment by using statistical plan of RSM, both types of deep and surface frying were done, no blanching treatments which had been dried at 40^0 C for two hours by having the minimum amount of oil absorption ,minimum wrinkles and maximum moisture were chosen as the optimized treatments.

Key words: Blanching, Carrot, Drying, Freezing, Frying.

* Corresponding Author E-Mail Address: n.asefi@iaut.ac.ir

www.SID.ir