تأثیر پوشش‌های خوراکی بر پایه هیدروکلوئید بر جذب روغن و خواص کیفی خلال سرخ شده سیب‌زمینی

شیلان رشیدزاده [1*]، حبیب‌اله میرزایی [2]، یحیی مقصودلو [3]

تاریخ دریافت مقاله: شهریور ماه۱۳۹۱
تاریخ پذیرش مقاله: آبان ماه ۱۳۹۱

چکیده

سرخ کردن عمیق[4] در روغن یک روش بسیار گسترده برای آماده‌سازی غذاهای خوش طعم با ظاهر جذّاب می‌باشد. غذاهای سرخ شده دارای مقادیر چربی بالایی هستند که در برخی از حالت‌ها تا ۱/۳ وزن کل محصول را شامل می‌شوند. پوشش‌دهی غذا یک راه‌حل مناسب برای کاهش جذب روغن در خلال سیب زمینی می‌باشد. در این تحقیق، پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی[5] مختلف بر میزان جذب و خواص کیفی خلال‌های سیب‌زمینی بررسی شد. نتایج نشان داد که پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی باعث محافظت از دست رفتن رطوبت خلال‌ها در حین سرخ کردن شده و با توجّه به نقش رطوبت، در نمونه‌های پوشش‌دهی شده در مقایسه با نمونه شاهد میزان جذب روغن کمتری مشاهده شد. از میان صمغ‌های مورد مطالعه صمغ کربوکسی متیل سلولز[6] مقدار۱ درصد کاهش چربی بیشتری را نشان داد. بیشترین میزان کاهش افت رطوبت در حین سرخ کردن در صمغ ثعلب به میزان ۱/۵ درصد و کمترین میزان کاهش افت رطوبت در صمغ‌های آگار به مقدار۰/۵ درصد و ثعلب ۱ درصد مشاهده شد. میزان رطوبت در نمونه‌هایی که با صمغ ثعلب در غلظت‌های ۱ و ۱/۵ درصد پوشش داده شده‌اند در مقایسه با نمونه‌های شاهد به ترتیب کمترین و بیشترین افت را در برداشتند که در نتیجه این امر، میزان جذب روغن نیز کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی

سیب‌زمینی، پوشش‌های هیدروکلوئیدی، جذب روغن، خواص کیفی و سرخ کردن.

۱- مقدمه

سرخ کردن مواد غذایی با روغن، روشی است که به طور گسترده برای تولید محصولاتی با ظاهری جذاب و خوش طعم استفاده می‌شود(۸). سرخ کردن عمیق با استفاده از روغن، نوعی فرایند پخت است که روغن به عنوان واسط انتقال حرارت عمل نموده و به داخل ماده غذایی نفوذ می‌کند. محصولات غذایی سرخ شده با وجود محتوای چربی بالای خود که باعث افزایش کلسترول[7] خون، افزایش فشار خون و بیماری‌های مربوط به انسداد شریان‌های قلب می‌شوند، هنوز مورد توجّه مصرف‌کنندگان هستند(٦). کیفیت سرخ کردن تأثیر مشخصی روی جذب روغن و در نتیجه روی خصوصیات

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی
(* نویسنده مسئول: shilan_r1986@yahoo.com)
۲- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی

4- Deepfriying
5- Hydrocolloid
6- Carboxymethyl cellulose
7- Klstrm

حسی و تغذیه‌ای محصولات سرخ شده دارد. متغیرهای زیادی مانند ترکیب غذا، شکل محصول، نسبت سطح به حجم و تخلخل روی میزان نهایی چربی به روغن محصول سرخ شده تأثیر می‌گذارد. یک رابطه خطی بین سطح محصول و میزان جذب روغن وجود دارد(٤). با افزایش تقاضا برای محصولاتی با محتوای چربی پایین، تلاش‌های زیادی در جهت کاهش یا جایگزین کردن روغن در محصولات پخته شده صورت گرفته است. اخیراً تحقیقات زیادی به منظور کاهش جذب در هنگام سرخ کردن عمیق صورت گرفته است. این تحقیقات بیشتر روی افزودن ترکیبات مختلف(ترکیبات شیمیایی که می‌توانند جذب روغن را کاهش دهند)، فنّاوری پخت(زمان/ دما) و روش پیش تیمار تمرکز کرده‌اند(۱۰ و ۱۳). هیدروکلوئیدهای زیادی با خصوصیات غلیظ شوندگی و تشکیل ژل به وسیله حرارت از مهاجرت روغن و آب جلوگیری می‌کنند و باعث کاهش جذب روغن در غذاهای سرخ شده عمیق می‌شوند. هیدروکلوئیدها به عنوان افزودنی‌های چند منظوره در غذا استفاده می‌شوند. هیدروکلوئیدها ویژگی‌های عملکردی مانند ویسکوزیته[1]، ظرفیت نگهداری آب و پایداری امولسیون[2] را بهبود می‌بخشند. همچنین گزارش شده، برخی از هیدروکلوئیدها به ویژه پلی‌ساکاریدهای[3] زنجیر بلند می‌توانند میزان جذب روغن را در طی سرخ کردن عمیق کاهش دهند(۱۳). امین لاری[4] و همکاران(۲۰۰۵) در دانشگاه شیراز بر روی تولید چیپس سیب زمینی پوشش داده شده با پروتئین کار کردند و بیان داشتند که پوشش‌دهی چیپس با پروتئین، کاهش قابل توجّهی در جذب روغن دارد و پوشش‌دهی چیپس سیب زمینی با سدیم کازئینات،[5] WPC و پروتئین سفیده تخم مرغ به ترتیب منجر به کاهش جذب روغن به میزان ١٤/٥ و ١٢ ٪ می‌شود(۲). هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر پوشش‌های هیدروکلوئیدی بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلال سرخ شده سیب زمینی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

۲-۱-۱- سیب‌زمینی

سیب‌زمینی مورد استفاده در این تحقیق، رقم ساتینا[6] بود که از مرکز تهیه و بلافاصله خواص فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد. سپس سیب‌زمینی‌ها به سردخانه با دمای ۷-۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۸۰٪ منتقل و قبل از سرخ‌کردن به مدّت دو هفته در دمای محیط نگهداری شدند تا درصد قندهای احیاء که در اثر سردخانه‌گذاری افزایش یافته بود، کاهش یابد.

۲-۱-۲- مواد هیدروکلوئیدی

صمغ آگار[7]، کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با غلظت‌های مختلف بود.

۲-۱-۳- روغن

روغن مایع مخصوص سرخ‌کردنی(مخلوطی از روغن سویا، آفتابگردان و پنبه‌دانه) تهیه شد.

۲-۲- تهیه محلول‌های هیدروکلوئیدی

برای تهیه سوسپانسیون‌های هیدروکلوئیدی[8] از آب مقطر جوشیده استفاده شد. غلظت‌های مورد نظر از هر صمغ، صمغ آگار در غلظت(۰/۵ درصد)، کربوکسی متیل سلولز با غلظت(۰/۵ ، ۱ ،۱/۵ درصد) و ثعلب با غلظت(۵/. و ۱/۵ درصد) را در آب گرم با دمای حدود ۷۰ درجه سانتی‌گراد ریخته و توسط مخلوط‌کن خانگی کاملاً مخلوط گردید به طوری که محلول شفافی به دست آمد، سپس محلول‌های حاصل تا دمای محیط سرد شدند.

1- Viscosity
2- Emulsion
3- Polysaccharide
4- Amin lari
5- Caseinate
6- Satina
7- Agar
8- Suspension hydrocolloids

۲-۳- تهیه نمونه‌ها و شرایط سرخ‌کردن

سیب‌زمینی‌ها پس از پوست‌گیری با پوست‌گیر سایشی، توسط خلال‌کن خانگی به خلال‌هایی با ابعاد ۱×۱×٦ سانتی‌متر تبدیل شدند. خلال‌های حاصل به منظور آنزیم‌بری به مدّت ٤ دقیقه در آب جوش و ۹۵-۹۰ درجه سانتی‌گراد آنزیم‌بری شده[1] و بلافاصله با آب سرد شسته شدند. سپس خلال‌های شسته شده به مدّت ۱ دقیقه در سوسپانسیون‌های کلوئیدی تهیه شده غوطه‌ور گردیده و خلال‌های پوشش‌دهی شده به منظور حذف پوشش‌های اضافی بر روی سینی مشبک قرار گرفتند. وزن خلال‌ها در دو مرحله قبل و بعد از پوشش‌دهی ثبت گردید و بعد از اعمال پوشش‌دهی با استفاده از سرخ‌کن خانگی(مدل تفال) در روغن مایع سرخ‌کردنی با دمای ۲°C ± ۱۷۵ به مدّت ۲/۵ دقیقه سرخ شدند و سپس بر روی سینی مشبک قرار گرفتند تا روغن اضافی خلال‌ها گرفته شود(٦). پس از حذف روغن اضافی و رسیدن به دمای محیط، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی بر روی خلال‌ها انجام شد. نسبت محلول‌های هیدروکلوئیدی به سیب‌زمینی ۳ به ۱ بود و پس از تهیه تا رسیدن به دمای محیط در اتاق نگه‌داری شدند.

۲-٤- آزمایشات انجام شده

۲-٤-۱- آزمایشات انجام شده بر روی سیب‌زمینی خام

۲-٤-۱-۱- ماده خشک و رطوبت

ماده خشک و رطوبت غده‌های سیب‌زمینی با توزین وزن معینی از سیب‌زمینی و قرار دادن در آون[2] ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد(مدل ممرت[3] مجهّز به فن جریان هوا با سرعت ۲ متر بر ثانیه) تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد(۳).

۲-٤-۱-۲- وزن مخصوص

وزن مخصوص غده‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

(۱)

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{\text{وزن در هوا}}{\text{وزن در آب}}$$

۲-٤-۱-۳- درصد قندهای احیاء و ساکارز

میزان قندهای احیاء، قند کل و ساکارز[4] با استفاده از روش لین آینون[5](فهلینگ)، مطابق روش[6] AOAC تعیین شد (۳).

۲-٤-۲- آزمایشات انجام شده بر روی خلال‌های نیمه سرخ شده سیب‌زمینی

۲-٤-۲-۱- ماده خشک و رطوبت

ماده خشک و رطوبت خلال‌های نیمه سرخ شده سیب‌زمینی مطابق روش(AOAC) انجام شد(۳).

۲-٤-۲-۲- میزان چربی

برای اندازه‌گیری میزان چربی خلال‌های نیمه سرخ شده سیب‌زمینی، از روش سوکسله[7] استفاده شد، بدین منظور، مقدار مشخصی از خلال‌ها(۵ گرم) را توزین نموده و استخراج چربی با استفاده از حلال پترولیوم اتر[8] به مدّت ٦ ساعت انجام گردید(۳).

1- Blanching
2- Oven
3- Memert

4- Sucrose
5- Eynon Lane
6- Association of official analytical chemists
7- Soxhlet
8- Petroleum ether

۲-٤-۲-۳- راندمان سرخ کردن

راندمان سرخ‌کردن با درنظر گرفتن وزن خلال‌های سرخ شده و خلال‌های خام بعد از فرآیند پوشش‌دهی به کمک رابطه زیر محاسبه شد.

(۲)

راندمان سرخ‌کردن =(CW/C)×۱۰۰

که در این رابطه:

CW وزن خلال‌های پوشش‌دار سرخ شده(g) و C وزن خلال‌های سیب‌زمینی پوشش‌دار سرخ نشده(g) می‌باشد(۱).

۲-٤-۲-٤- رنگ‌سنجی

شاخص‌های رنگی(هانتر L، a، b) با استفاده از سامانه هانترلب[1] مدل دیتا کالر[2] اندازه‌گیری شد. مختصات رنگی اندازه‌گیری شده در محدوده‌های زیر بود:

L=۰(سیاه) تا L=۱۰۰(سفید)، a-(سبزی) تا a+(قرمزی) و b-(آبی) تا b+(زردی).

اختلاف رنگ کلی(ΔE) با استفاده از رابطه زیر تعیین شد:

(۳)

$$\Delta E=[(\Delta L^2)+)\Delta a^2)+(\Delta b^2)]^{1/2}$$

برای رنگ سنجی سه قرائت از سه نقطه مختلف خلال‌های نیمه سرخ شده(نقطه وسط و دو لبه انتهای هر خلال) در دمای محیط صورت گرفت و میانگین قرائت‌ها ثبت شد(۱).

۲-٤-۲-۵- اندازه‌گیری بافت خلال‌های سرخ شده سیب‌زمینی

بافت خلال‌های نیمه سرخ شده سیب‌زمینی با استفاده از دستگاه اینسترون[3] و روش وارنر- بلاتزر[4] اندازه‌گیری شد(٦).

(٤) کاهش چربی به علت پوشش‌دهی = (مقدار چربی نمونه‌های پوشش‌دار − مقدار چربی نمونه‌های بدون پوشش) / مقدار چربی نمونه‌های بدون پوشش

(۵) افزایش مقدار رطوبت به علت پوشش‌دهی = (مقدار رطوبت نمونه‌های بدون پوشش − مقدار رطوبت نمونه‌های پوشش‌دار) / مقدار رطوبت نمونه‌های بدون پوشش

(٦) اتلاف آب در حین سرخ‌کردن = (مقدار رطوبت بعد از سرخ‌کردن − مقدار رطوبت اولیه) / مقدار رطوبت اولیه

(۷) کاهش اتلاف آب به علت پوشش‌دهی = (افت رطوبت نمونه‌های پوشش دار − افت رطوبت نمونه‌های بدون پوشش) / افت رطوبت نمونه‌های بدون پوشش

(۸) جذب روغن = ((جرم قبل از سرخ کردن× مقدار چربی اولیه نمونه‌ها) − (جرم بعد از سرخ کردن × مقدار چربی نهایی نمونه)) / ماده خشک نمونه‌ها

(۹) کاهش جذب روغن به علت پوشش‌دهی = (جذب روغن نمونه‌های پوشش‌دار − جذب روغن نمونه‌های بدون پوشش) / جذب روغن نمونه‌های بدون پوشش

(۱۰) شاخص صمغی = کاهش جذب روغن / کاهش اتلاف رطوبت

1- Hunter lab
2- Data color
3- Instron
4- Warner blatzer

۲-٤-۲-٦- تعیین میزان چربی و سایر آزمون‌های دیگر بر روی خلال‌های سیب‌زمینی

با استفاده از روش سوزان و گائوری[1](۱۲) و طبق رابطه‌های ٤ تا ۱۰ شاخص‌های کاهش چربی به علت پوشش‌دهی، افزایش مقدار رطوبت به علت پوشش‌دهی، اتلاف آب در حین سرخ کردن، کاهش اتلاف آب به علت پوشش‌دهی، جذب روغن و شاخص صمغی به دست آمد.

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

این مطالعه جهت بررسی تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلال‌های سرخ شده بر اساس طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای تجزیه و تحلیل نتایج از نرم افزار[2] SAS (۲۰۰۱) استفاده شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن[3] در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. کلیه آزمایشات در سه مرحله تکرار انجام گرفت.

۳- دستاورد

همان‌طور که در(جدول ۱) مشاهده می‌شود، رقم ساتینا با دارا بودن مقدار ماده خشک بالا و درصد پایین قندهای احیاء برای تهیه محصولات سرخ شده، رقم مناسبی است.

همان طور که در(جدول ۲) مشاهده می‌شود، بیشترین میزان کاهش چربی در اثر پوشش‌دهی مربوط به صمغ کربوکسی متیل سلولز ۵/ ۱و کمترین میزان نیز مربوط به

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی سیب‌زمینی رقم ساتینا(برحسب وزن تر)

رقم	ماده خشک(درصد)	رطوبت(درصد)	وزن مخصوص	ساکاروز(درصد)	قند احیاء(درصد)
ساتینا	۲۰/٤۰	۷۹/٦۱	۱/۱۰	۰/۸۸	۰/٦۲

جدول ۲- تأثیر پوشش‌های هیدروکلوئیدی بر خواص کیفی خلال‌های سرخ شده سیب زمینی

	کاهش چربی در اثر پوشش‌دهی	افزایش آب در اثر پوشش‌دهی	افت آب در اثر پوشش‌دهی	کاهش افت آب در اثر پوشش‌دهی	جذب روغن (درصد)	کاهش جذب روغن در اثر پوشش‌دهی	شاخص صمغی	جذب فیلم	بازده سرخ کردن	نیروی برشی	l	a	b
شاهد	۰^{b}	۰^{c}	۰/۳۳۶^{a}	۰^{e}	۴۹/۳^{ab}	۰^{abc}	۰^{abc}	۰^{d}	۵۷/۷^{d}	۳۲/۵^{f}	۶۰^{a}	۰/۵۳^{a}	۲۰/۲^{a}
آگار ۰/۵ درصد	۰/۵۵^{a}	۰/۲۴^{ab}	۰/۲۳^{bc}	۰/۳dc	۲۳/۵^{bc}	۰/۷۱^{a}	۰/۷۱^{a}	-۱۲/۱۲^{e}	۷۳/۶^{a}	۵۸^{b}	۶۸a	۱/۸a	۲۱/۷a
CMC ۰/۵ درصد	۰/۵۲۶^{a}	۰/۲۳۳^{ab}	۰/۲۳^{bc}	۰/۳۸^{dc}	۲۷/۴۶^{bc}	۰/۰۴۳^{ab}	۰/۱۹^{ab}	۴/۷۲^{c}	۶۸/۷^{b}	۴۶^{e}	۵۸^{a}	۲/۵^{a}	۲۳/۴a
CMC ۱درصد	۰/۶^{a}	۰/۳۲۳^{ab}	۰/۱۷^{bc}	۰/۵۶^{bc}	۲۰/۳^{c}	۰/۲۷۶^{a}	۰/۵^{ab}	۱۰/۱۰^{a}	۶۷/۰۲^{bc}	۳۰/۵^{g}	۶۲^{a}	۲/۴^{a}	۲۳/۸^{a}
CMC ۱/۵درصد	۰/۳۱۶^{a}	۰/۳۷۳^{ab}	۰/۱۳۶^{cd}	۰/۶۳^{ab}	۳۵/۶۴^{a}	-۰/۲۶c	-۰/۰۴۳^{bc}	۱۱/۱۲^{a}	۵۸/۵^{d}	۵۵^{c}	۵۸^{a}	۲/۵^{a}	۲۴/۱^{a}
ثعلب ۰/۵ درصد	۰/۴۹^{a}	۰/۲۸۶^{ab}	۰/۲^{bc}	۰/۴۵^{bc}	۲۳/۸^{bc}	۰/۱۵۳^{ab}	۰/۲^{ab}	۴/۹^{c}	۶۰/۵^{d}	۷۰^{a}	۶۰^{a}	۱/۵^{a}	۲۰/۱^{a}
ثعلب ۱ درصد	۰/۳۵۶^{a}	۰/۱۵۶^{bc}	۰/۲۶۶^{ab}	۰/۳^{dc}	۳۵/۹^{a}	-۰/۲۶^{c}	-۱/۲^{c}	۶/۰۶^{bc}	۶۴/۵^{c}	۷۰^{a}	۶۲^{a}	۲/۴^{a}	۲۴/۲۷^{a}
ثعلب ۱/۵ درصد	۰/۴۸^{a}	۰/۴۴۶^{a}	۰/۰۹^{d}	۰/۷۵۳^{a}	۳۰/۷۳^{ab}	۰/۰۸۶^{bc}	-۰/۱۲^{ab}	۷/۷۱^{b}	۷۰/۲^{ab}	۵۰^{d}	۶۰^{a}	۲/۴۹^{a}	۲۳/۲۳^{a}

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم معنی‌داری می‌باشد.

1- Susanne and Gauri

2- Statistical analysis system

3- Duncan

صمغ کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد به ترتیب با مقادیر ۰/۵۵ و ۰/۳۱۶ می‌باشد. بیشترین میزان کاهش افت رطوبت در حین سرخ کردن در صمغ ثعلب۱/۵ درصد و کمترین میزان کاهش افت رطوبت در صمغ‌های ثعلب ۱ درصد و آگار ۰/۵ درصد مشاهده شد. بالا بودن میزان کاهش افت رطوبت می‌تواند به علت واکنش صمغ ثعلب ۱/۵ درصد با ترکیبات ساختاری و بخش‌های پکتیکی[1] سیب‌زمینی باشد(۱۱). علت کاهش افت رطوبت در حین سرخ‌کردن، ناشی از خاصیت سدکنندگی صمغ‌هاست که با قرار گرفتن روی سطح بیرونی سیب‌زمینی، مانع خروج رطوبت داخل بافت در اثر سرخ شدن می‌شوند و در نتیجه از میزان افت رطوبت خلال‌ها در حین سرخ شدن کاسته می‌شود.

پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی منجر به افزایش مقدار رطوبت خلال‌های نیمه سرخ شده در مقایسه با تیمار شاهد شده است که با نتایج خلیل(۸) و جعفریان(٦) مطابقت داشت. صمغ ثعلب در غلظت‌های ۱/۵ و ۱ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را در حفظ رطوبت نمونه‌ها داشت. صمغ‌های مختلف اگرچه از لحاظ میزان افزایش مقدار رطوبت با یکدیگر اختلاف دارند؛ اما در بسیاری از غلظت‌ها، این اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد (P>۰/۰۵). افزایش میزان رطوبت در محصول به علت خاصیت سدکنندگی پوشش‌ها می‌باشد که مانع خروج رطوبت در حین سرخ شدن می‌شوند و با این مکانیسم مقدار رطوبت محصول در مقایسه با نمونه‌های بدون پوشش بیشتر خواهد بود.

بر اساس شاخص صمغی، بیشترین عدد مربوط به صمغ آگار با غلظت ۰/۵ درصد است در حالی‌که کمترین شاخص صمغی مربوط به پوشش ثعلب ۱ درصد بود (P<۰/۰۵). پوشش با مواد هیدروکلوئیدی منجر به کاهش جذب روغن در مقایسه با تیمار شاهد شده است که صمغ کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد با مقدار ۲۰/۳ کمترین میزان جذب روغن و خلال‌های بدون پوشش و پوشش داده شده با ثعلب ۱ درصد به ترتیب با مقادیر ٤۹/۳ و ۳۵/۹ بیشترین میزان جذب روغن را دارا بودند (P<۰/۰۵). همان‌طور که از نتایج مشخص است، پوشش‌دهی خلال‌ها با مواد هیدروکلوئیدی منجر به کاهش مقدار جذب روغن می‌شود که این امر به دلیل تشکیل لایه محافظ روی سطح خلال‌های سیب‌زمینی است که مانع از جذب روغن می‌شود(٦). گارسیا[2] و همکاران(۵) نیز بیان کردند که متیل سلولز و مشتقات آن به عنوان پوشش‌های خوراکی منجر به کاهش جذب روغن در خلال‌های سرخ شده می‌شوند. بر اساس نتایج تحقیقات آن‌ها، بهترین فرمولاسیون[3] برای پوشش‌دهی متیل سلولز ۱ درصد به همراه سوربیتول[4] ۰/۵ درصد بود که تا حدود ٤۰ درصد جذب روغن را کاهش داده بود. از میان صمغ‌های مورد مطالعه، بیشترین و کمترین میزان جذب روغن به ترتیب مربوط به ثعلب ۱ درصد و کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد بود.

راندمان سرخ کردن نمونه شاهد و خلال‌های پوشش داده با صمغ‌های کربوکسی متیل سلولز ۱/۵ درصد و ثعلب ۰/۵ درصد به لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند(P>۰/۰۵). از آنجایی که راندمان سرخ کردن بیانگر مقدار وزن محصول نهایی می‌باشد بر اساس نتایج(جدول ۲) می‌توان گفت که با پوشش‌دهی خلال‌های سیب‌زمینی، وزن محصول تولیدی بیشتر است که این امر ناشی از قابلیت حفظ رطوبت محصول توسط صمغ‌ها می‌باشد که این نتایج با نتایج آکادنیز[5](۱) مطابقت دارد. بر اساس نتایج این محقق، مواد هیدروکلوئیدی به دلیل خاصیت سدکنندگی خود، مانع از خروج رطوبت از بافت ماده سرخ شده می‌شوند و بنابراین وزن نهایی محصول در مقایسه با نمونه‌های بدون پوشش بالاتر خواهد بود.

همان‌طور که از(جدول ۲) ملاحظه می‌گردد نمونه‌های پوشش‌دهی شده با ثعلب ۰/۵ و ۱ درصد بیشترین مقدار نیروی برشی را نیاز داشتند در حالی که نمونه‌های بدون پوشش داده و پوشش داده شده با کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد، کمترین میزان نیرو را برای برش نیاز داشتند. بر

1- Pectici

2- Garcia
3- Formulation
4- Sorbitol
5- Akdeniz

اساس مطالعات رووردو[1] و همکاران(۱۱) بافت نهایی محصول سرخ شده به میزان ناچیزی به وسیله ترکیب ماده غذایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. واکنش بین پروتئین، نشاسته و ترکیبات آن(آمیلوز[2] و آمیلوپکتین[3]) برای کیفیت نهایی محصول مهم می‌باشند. بر این اساس، می‌توان گفت صمغ‌ها به علت واکنش با ترکیبات دیواره سلولی سیب زمینی باعث سفت شدن بافت و افزایش نیروی لازم برای برش خلال‌ها شده‌اند.

بالاترین مقدار شاخص L(شفافیت) در صمغ آگار ۰/۵ درصد با مقدار ٦٨/٣ و کمترین میزان در کربوکسی متیل سلولز ۰/۵ و ۱/۵ درصد مشاهده شد. اگرچه به لحاظ آماری بین نمونه شاهد و کلیه نمونه‌ها از لحاظ شاخص L معنی‌دار نبود($P>۰/۰۵$).

صمغ کربوکسی متیل سلولز ۰/۵ و ۱/۵ درصد دارای مقدار شاخص a (قرمزی) بود در حالی که نمونه‌های شاهد و ثعلب ۰/۵ درصد مقدار a کمتری(سبزی) را نشان دادند. از نظر میزان شاخص b نیز بیشترین مقدار در نمونه‌های پوشش داده شده با ثعلب ۱ درصد و کمترین مقدار در نمونه شاهد و نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ ثعلب ۰/۵ درصد مشاهده شد. همه پوشش‌ها علی‌رغم داشتن میزان عددی متفاوت، به لحاظ آماری، اختلاف معنی‌داری را در میزان شاخص b نشان ندادند($P>۰/۰۵$).

٤- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پوشش‌دهی خلال‌ها نشان داد که پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی به علت خاصیت سدکنندگی منجر به کاهش اتلاف رطوبت خلال‌ها در حین سرخ کردن شده و با توجّه به نقش کنترل‌کنندگی آب در میزان جذب روغن، مقدار روغن در کلیه نمونه‌های پوشش‌دهی شده در مقایسه با نمونه شاهد کمتر است. از میان صمغ‌های مورد مطالعه، صمغ کربوکسی متیل سلولز ۱ درصد میزان کاهش چربی بالایی را نشان داد. بیشترین میزان کاهش افت رطوبت در حین سرخ کردن در صمغ ثعلب ۱/۵ درصد و کمترین میزان کاهش افت رطوبت در صمغ‌های آگار ۰/۵ درصد و ثعلب ۱ درصد مشاهده شد. پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی باعث افزایش رطوبت خلال‌های سرخ شده در مقایسه با نمونه شاهد شد. به طوری که صمغ ثعلب ۱/۵ درصد و ثعلب ۱ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان افزایش رطوبت را داشتند. درصد جذب روغن نمونه‌های شاهد بیشتر از نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ‌های مختلف بود. همچنین صمغ‌ها به علت واکنش با ترکیبات دیواره سلولی سیب‌زمینی منجر به سفت شدن بافت و افزایش نیروی لازم برای برش خلال‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد شدند. بر اساس نتایج به دست آمده، مواد هیدروکلوئیدی بر اساس خاصیت سدکنندگی خود مانع از خروج رطوبت از بافت ماده سرخ شده می‌گردند و بنابراین وزن نهایی و در نتیجه بازده محصول در مقایسه با نمونه‌های بدون پوشش بالاتر بود.

۵- منابع

1. Akdeniz, N. Effects of different batter formulations on quality of deep-fat fried carrot slices. A thesis submitted to the graduate school of nartural and applied sciences of middle east technical university. 2004.
2. Aminlari, M., Ramezani, R., Khalili, M.H. Production of protein-coated low-fat potato chips. Food science and technology international, Vol. 11: 177 - 181. 2005.
3. AOAC. Official methods of analysis, 18 ed., Washington, DC: Association of official analytic chemists. 2005.
4. Gamble, M.H., Rice, P., and Selman, J.D. "Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from CV

1- Rovedo
2- Amylose
3- Amylopectin

record UK tubers". International journal of food science and technology. 22:233-241. 1987.
5. Garcia, M.A., Ferrero, C., Bertola, N., Martino, M., Zaritzky, N. "Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products". Innovative food science and emerging technologies. 3:391 –397. 2002.
6. Jafarian. S. "Effect of pre heating and use of some of hydrocolloids in reduction oil uptake and quality of potato french fries". A thesis submitted to Msc degree of food science and technology, Isfahan university of technology, 120p. 2000.
7. Kester JJ, Fenneme OR. "Edible films and coatings: a review food technology". 48: 47-59. 1986.
8. Khalil, A.H. "Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids". Food chemistry. 66:201-206. 1999.
9. Mallikarjunan P, Chinnan MS, Balasubramanian VM, Phillips RD. Edible coating for deep-fat frying of starchy products. Lebensm.-wiss.u. – technol. 30: 709-14. 1997.
10. Rimac-Brncic, S., Lelas, V., Rade, D. and Simundic, B., "Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying". Journal of food engineering 64, pp. 237–241. 2004.
11. Rovedo, C.O., Pedreno-Navarro, M.M., and Singh, R.P. "Mechanical properties of a corn starch product during the post-frying period". Journal of texture studies. 30:279-290. 1999.
12. Susanne, A. and Gauri, S.M. "Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product". Food research international. 35:445–458. 2002.
13. Williams, R. and Mittal, G.S. Water and fat transfer properties of polysaccharide films on fried pastry mix. Lebensmittel-wissenschaft und technologie. 32:440–445. 1999.

آدرس نویسنده

گرگان - عـدالت ٦٦ - کـاوش سـوم - بـن بـست دوم- مجتمع شقایق.