



۱۵۱

۶۷۰۷۶



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده کشاورزی

کارشناسی ارشد (M. Sc)

علوم و صنایع غذایی

تاثیر خشک کردن مقدماتی و مواد هیدروکلوئیدی بر میزان جذب روغن و خواص
کیفی خلال نیمه سرخ شده سیبزمینی

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی

امیر دارائی گرمه خانی

استاد راهنما

دکتر حبیب الله میرزایی

استادان مشاور

دکتر یحیی مقصودلو

دکتر مهدی کاشانی نژاد

۱۳۸۶

۱۳۸۷ / ۳ / ۱

۵۶۰۷۶

تقدیم به:

پدر و مادر مهربانم کواکب راه زندگیم

برادر عزیزم،

خواهران خوبم،

خاک پاک دیارم کرمانشاه

و کلیه محرومان جامعه، باشد که این تلاش التیامی بر آلامشان باشد.

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خدایی که طعم علم را بر ما چشانند و در تاریکی نهاد ما چراغی برافروخت تا بتوانیم خود را شناخته و در جهت نیل به فلسفه وجودی خویش گام برداریم.

درود و صلوات بر پیامبر اسلام (ص) و خاندان پاکش که همواره در طول زندگی از برکت وجودشان بهره‌مند بوده و هستیم. و درود فراوان به پیشگاه مولی و مقتدی عالم امکان امام عصر(عج) که به برکت وجود مبارکش از فیض الهی بهره‌مندیم.

حال که با استعانت از خداوند متعال یکی دیگر از مراحل علم آموزی را به پایان رساندم بر خود لازم می‌دارم از کلیه کسانی که مرا در انجام این راه یاری کردند تقدیر و تشکر ویژه نمایم.

از استاد راهنمای گرانقدرم جناب آقای دکتر حبیب الله میرزایی که در طول این تحقیق همواره از راهنمایی‌های ارزشمندشان بهره‌جستم کمال تشکر را دارم و به خاطر صبر و اعتمادی که به من داشتند بسیار سپاسگزارم.

از استاد مشاور ارجمندم جناب آقای دکتر یحیی مقصودلو که همیشه مورد لطف و محبتشان بودم سپاسگزارم.

از استاد مشاور عزیزم جناب آقای دکتر مهدی کاشانی نژاد که همیشه مورد لطفشان بودم، ممنونم و به خاطر دانش و تجربیات با ارزشی که از محضرشان کسب کردم سپاسگزارم.

از مدیر گروه محترم صنایع غذایی جناب آقای دکتر مرتضی خمیری به خاطر الطاف و نظرات سازنده ایشان سپاسگزارم.

از کارشناس محترم گروه علوم و صنایع غذایی جناب آقای مهندس حسینی به خاطر محبت بی دریغشان کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از سایر اعضای گروه علوم و صنایع غذایی که از محضرشان استفاده کردم نیز تشکر و قدردانی را دارم.

در نهایت از همکلاسی‌های خوبم آقای مهندس سید محمد احمدی، خانم مهندس انصاری پور، ابراهیم رضاگاه، مهندس سلیمی، کشیری و آقاجانی که همچون خانواده‌ام دوستشان دارم و در طول دوره تحصیلی از همفکریشان بهره‌جستم کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بدین وسیله از آقای دکتر جواد کرامت مدیر گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان و آقای مهندس بهمن بهرامی کارشناس گروه به خاطر لطفشان سپاسگزارم.

از آقای آرش عطایی کارشناس محترم دانشکده نساجی دانشگاه صنعتی اصفهان به خاطر انجام
آزمون رنگ سنجی سپاسگزارم.
از کارخانه شیر پگاه گلستان به ویژه آقای ستار و بادلی به خاطر همکاریشان تشکر و قدردانی
می‌نمایم.
از پرسنل محترم شرکت کشت و صنعت یک و یک بخصوص آقای مهندس اربابی و دودانگه نیز
به خاطر همکاریشان قدردانی می‌شود.
در پایان از دانشجویان دوره کارشناسی ورودی ۱۳۸۳ به خاطر کمک در انجام برخی آزمایشات
کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در پایان بر خود لازم می دارم از زحمات اساتید ارجمند جناب آقای دکتر علیرضا صادقی
ماهونک و دکتر سید مهدی جعفری که زحمت داوری این پایان نامه را پذیرفتند و با نظرات
ارزشمندشان آن را پر بارتر نمودند کمال تشکر و قدردانی بنماییم.

فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
فصل اول.....	۱.....
مقدمه.....	۱.....
۱-۱- گیاه‌شناسی سیب‌زمینی و میزان تولید آن در ایران.....	۲.....
۲-۱- ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای غده سیب‌زمینی.....	۲.....
۳-۱- مصارف و کاربردهای سیب‌زمینی.....	۳.....
۴-۱- مکانیسم سرخ‌کردن عمیق.....	۴.....
۵-۱- تاریخچه فرنج‌فرایز.....	۶.....
۶-۱- عوامل موثر بر کیفیت محصولات سرخ‌شده سیب‌زمینی.....	۷.....
۱-۶-۱- رقم سیب‌زمینی.....	۷.....
۲-۶-۱- شرایط نگهداری.....	۷.....
۳-۶-۱- ماده خشک غده‌های سیب‌زمینی.....	۸.....
۴-۶-۱- وزن مخصوص غده‌های سیب‌زمینی.....	۹.....
۵-۶-۱- مقدار نشاسته غده‌های سیب‌زمینی.....	۹.....
۶-۶-۱- مقدار قند غده‌های سیب‌زمینی.....	۱۰.....
۷-۱- فرآیند صنعتی تولید فرنج‌فرایز.....	۱۰.....
۸-۱- اهمیت تولید غذاهای کم‌چرب.....	۱۳.....
۹-۱- فرضیات تحقیق.....	۱۳.....
۱۰-۱- اهداف.....	۱۴.....
فصل دوم.....	۱۵.....
بررسی منابع.....	۱۵.....
۱-۲- عوامل موثر بر کیفیت محصولات غذایی سرخ‌شده.....	۱۶.....
۱-۲-۱- ظاهر.....	۱۶.....
۲-۱-۲- رنگ، عطر و طعم.....	۱۷.....
۱-۲-۱-۲- هانتز L, a, b	۱۷.....
۳-۱-۲- اکریل‌آمید.....	۱۸.....
۴-۱-۲- بافت.....	۱۹.....

۲۰	۵-۱-۲- مقدار روغن و رطوبت
۲۲	۶-۱-۲- کیفیت روغن
۲۴	۲-۲- پوشش دهی ماده غذایی برای کاهش جذب روغن
۲۴	۱-۲-۲- انواع پوشش های مورد استفاده برای کاهش جذب روغن
۲۴	۱-۱-۲-۲- خمیرها
۲۵	۲-۱-۲-۲- پروتئین ها
۲۵	۳-۱-۲-۲- صمغ ها
۲۶	الف- مشتقات سلولزی
۲۶	ب- زانتان
۲۷	ج- گوار
۳۵	فصل سوم
۳۵	مواد و روش ها
۳۶	۱-۳- زمان و مکان تحقیق
۳۶	۲-۳- دستگاههای مورد استفاده
۳۷	۳-۳- مواد مورد استفاده
۳۷	۱-۳-۳- سیبزمینی
۳۷	۲-۳-۳- مواد هیدروکلوئیدی
۳۷	۳-۳-۳- روغن
۳۷	۴-۳- روش های مورد استفاده
۳۷	۱-۴-۳- تهیه محلول های هیدروکلوئیدی
۳۸	۲-۴-۳- تهیه نمونه ها، خشک کردن مقدماتی و شرایط سرخ کردن
۳۹	۴-۳- آزمایشات انجام شده
۳۹	۱-۴-۳- ماده خشک و رطوبت
۴۰	۲-۴-۳- وزن مخصوص و حجم غده ها
۴۰	۳-۴-۳- درصد پوست
۴۰	۴-۴-۳- درصد قند و میزان پروتئین
۴۰	۵-۴-۳- مقدار نشاسته و میزان کالری
۴۰	۶-۴-۳- میزان چربی

۴۱	۳-۴-۷- درصد پوشش دهی
۴۱	۳-۴-۸- راندمان سرخ کردن
۴۱	۳-۴-۹- رنگ سنجی
۴۲	۳-۴-۱۰- اندازه گیری بافت خلال های نیمه سرخ شده سیب زمینی
۴۴	۳-۴-۱۱- تعیین میزان چربی و رطوبت خلال های سیب زمینی (سوزان و گائوری؛ ۲۰۰۲)
۴۶	۳-۴-۱۲- اندازه گیری عمر نگهداری خلال های نیمه سرخ شده
۴۶	۳-۴-۱۲-۱- تعیین اسیدیته یا اسیدهای چرب آزاد روغن ها
۴۶	۳-۴-۱۲-۲- عدد پراکسید
۴۷	۳-۵- تجزیه و تحلیل آماری
۴۹	فصل چهارم
۴۹	نتایج و بحث
۴۹	۴-۱- بررسی ویژگیهای فیزیکوشیمیایی ارقام سیب زمینی
۵۳	۴-۲- تاثیر خشک کردن مقدماتی بر خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده ارقام سیب زمینی
۵۳	۴-۲-۱- رقم ساتینا
۵۷	۴-۲-۲- رقم کنک
۶۱	۴-۲-۳- رقم آگریا
۶۴	۴-۳- تاثیر پوشش دهی با مواد هیدروکلوئیدی بر خواص کیفی خلال های حاصل از رقم کنک ...
۶۴	۴-۳-۱- تاثیر پوشش دهی تک لایه ای
۷۵	۴-۳-۲- تاثیر پوشش دهی دو لایه ای
۸۰	۴-۳-۳- تاثیر پوشش دهی سه لایه ای
۸۴	۴-۴- بررسی عمر انبارداری خلال های سیب زمینی رقم کنک طی مدت سه ماه نگهداری
۸۷	۴-۵- نتیجه گیری کلی
۹۰	۴-۶- پیشنهادات
۹۲	منابع

فهرست جداول

عنوان.....	صفحه
جدول ۱-۱- ترکیب شیمیایی غده‌های سیب‌زمینی.....	۴
جدول ۱-۲- عوامل موثر بر جذب روغن.....	۲۱
جدول ۱-۴- خواص فیزیکی سه رقم سیب‌زمینی کشت شده در استان گلستان (برحسب وزن تر).....	۵۲
جدول ۲-۴- خواص شیمیایی سه رقم سیب‌زمینی کشت شده در استان گلستان (برحسب وزن تر).....	۵۲
جدول ۳-۴- تاثیر زمان خشک کردن بر خواص کیفی فرنج فرایز سیب‌زمینی رقم ساتینا.....	۵۶
جدول ۴-۴- تاثیر زمان خشک کردن بر بافت و رنگ فرنج فرایز سیب‌زمینی رقم ساتینا.....	۵۶
جدول ۵-۴- تاثیر خشک کردن مقدماتی بر برخی ویژگیهای کیفی فرنج فرایز حاصل از سیب‌زمینی رقم کنبک.....	۶۰
جدول ۶-۴- تاثیر زمان خشک کردن بر بافت و رنگ فرنج فرایز سیب‌زمینی رقم کنبک.....	۶۰
جدول ۷-۴- تاثیر خشک کردن مقدماتی بر برخی ویژگیهای کیفی فرنج فرایز حاصل از رقم آگریا.....	۶۳
جدول ۸-۴- تاثیر زمانهای مختلف خشک کردن بر بافت و ویژگیهای رنگی فرنج فرایز سیب‌زمینی رقم آگریا.....	۶۳
جدول ۹-۴- تاثیر پوشش‌دهی تک لایه‌ای با مواد هیدروکلونیدی مختلف بر برخی خواص فرنج فرایز تولیدی از سیب‌زمینی رقم کنبک.....	۶۶
جدول ۱۰-۴- تاثیر پوشش‌دهی تک لایه‌ای با مواد هیدروکلونیدی مختلف بر برخی فاکتورهای کیفی فرنج فرایز تولیدی از سیب‌زمینی رقم کنبک.....	۷۰
جدول ۱۱-۴- تاثیر پوشش‌دهی تک لایه‌ای با مواد هیدروکلونیدی بر بافت و رنگ فرنج فرایز حاصل از سیب‌زمینی رقم کنبک.....	۷۴
جدول ۱۲-۴- تاثیر پوشش‌دهی دو لایه‌ای با مواد هیدروکلونیدی بر برخی فاکتورهای کیفی خالهای سیب‌زمینی رقم کنبک.....	۷۶
جدول ۱۳-۴- تاثیر پوشش‌دهی دو لایه‌ای با مواد هیدروکلونیدی بر برخی فاکتورهای کیفی خالهای سیب‌زمینی رقم کنبک.....	۷۶

- جدول ۴-۱۴- تاثیر پوشش دهی دو لایه‌ای با مواد هیدروکلوئیدی بر بافت و رنگ خالهای
 سیب‌زمینی رقم کنبک ۷۹
- جدول ۴-۱۵- تاثیر پوشش دهی سه لایه‌ای با مواد هیدروکلوئیدی بر برخی فاکتورهای کیفی
 فرنیج فرایز تولیدی از سیب‌زمینی رقم کنبک ۸۱
- جدول ۴-۱۶- تاثیر پوشش دهی سه لایه‌ای با مواد هیدروکلوئیدی مختلف بر برخی فاکتورهای
 کیفی فرنیج فرایز تولیدی از سیب‌زمینی رقم کنبک ۸۱
- جدول ۴-۱۷- تاثیر پوشش دهی سه لایه‌ای با مواد هیدروکلوئیدی بر بافت و رنگ خالهای
 سیب‌زمینی رقم کنبک ۸۳
- جدول ۴-۱۸- تاثیر پوشش دهی بر عدد اسیدی خالهای رقم کنبک در طی سه ماه نگهداری در
 دمای -18°C ۸۶

فهرست اشکال

عنوان.....	صفحه.....
شکل ۱-۱- نمودار کلی تولید فرنیج فرایز.....	۱۰.....

چکیده

در این پژوهش، ضمن بررسی تاثیر خشک کردن مقدماتی و مواد هیدروکلوئیدی بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده سیب زمینی، رقم مناسب جهت فرآوری در استان گلستان مورد ارزیابی قرار گرفت. سه رقم سیب زمینی (کنبک، آگریا و ساتینا) از مرکز تهیه و توزیع بذر استان تهیه و بلافاصله خواص فیزیکوشیمیایی آنها تعیین شد. نتایج بررسی خواص فیزیکوشیمیایی نشان داد که ارقام کنبک و آگریا با دارا بودن میزان قندهای احیاء و ساکارز پایین برای تولید محصولات سرخ شده مناسب تر از رقم ساتینا هستند. نتایج نشان داد که در رقم آگریا خشک کردن مقدماتی باعث افزایش میزان جذب روغن در مقایسه با نمونه های شاهد شده است ولی با افزایش زمان خشک کردن از میزان جذب روغن کاسته شد. در رقم ساتینا خشک کردن مقدماتی باعث کاهش جذب روغن شد و با افزایش زمان خشک کردن میزان جذب روغن کاهش بیشتری یافت. در رقم کنبک خشک کردن مقدماتی (۱۰ و ۲۰ دقیقه) در مقایسه با تیمار شاهد باعث کاهش جذب روغن شد. با توجه به نتایج جذب روغن و شاخص های کیفی خلالهای سرخ شده، رقم کنبک به عنوان رقم برتر جهت بررسی تاثیر پوشش دهی انتخاب شد. پوشش دهی تک لایه ای خلالهای سیب زمینی با مواد هیدروکلوئیدی منجر به کاهش جذب روغن در محصول نهایی شد که از بین صمغ های مورد استفاده غلظت ۱ درصد کربوکسی متیل سلولوز، پکتین ۱ درصد، مخلوط کربوکسی متیل سلولوز و پکتین (در هر دو غلظت ۰/۵ و ۱ درصد) و زانتان در (۱/۵ درصد) منجر به بیشترین کاهش جذب روغن در محصول نهایی شدند و از بین این صمغ ها غلظت ۱ درصد کربوکسی متیل سلولوز و پکتین ۱ درصد و هر دو غلظت مخلوط صمغی به علت پایین بودن ویسکوزیته برای پوشش دهی خلالها مناسب تر هستند. نتایج پوشش دهی دو لایه ای و سه لایه ای نشان داد که با افزایش تعداد لایه های پوششی از میزان افت رطوبت کاسته شده که این امر منجر به کاهش جذب روغن در محصول می شود. اما به دلیل بالا رفتن مقدار رطوبت محصول نهایی استفاده از پوشش های دو لایه و سه لایه برای محصولات ترد نظیر چیپس که باید مقدار رطوبت پایینی داشته باشند مناسب نیستند. خشک کردن مقدماتی و مواد هیدروکلوئیدی به دلیل کاهش مقدار رطوبت خلالها منجر به افزایش عمر انبارداری خلالها شده اند. بر اساس نتایج حاصل از اندازه گیری عدد اسیدی مشخص شد که با افزایش زمان خشک کردن به دلیل کاهش مقدار رطوبت خلالها، میزان عدد اسیدی محصول تولیدی در مقایسه با نمونه های شاهد کمتر شد و با افزایش زمان خشک کردن عدد اسیدی کاهش یافت. همچنین با افزایش زمان نگهداری عدد اسیدی روند افزایش را نشان داد. نتایج تاثیر پوشش دهی نشان داد که با افزایش تعداد لایه های پوششی از میزان عدد اسیدی خلالها کاسته می شود.

کلمات کلیدی: فرنیج فرایز، خشک کردن مقدماتی، مواد هیدروکلوئیدی، جذب روغن

فصل اول

مقدمه

۱-۱- گیاه‌شناسی سیب‌زمینی و میزان تولید آن در ایران

سیب‌زمینی گیاهی تتراپلوئید از جنس *Solanum*^۱ از خانواده *Solanaceae*^۲ است و شامل ۲۰۰۰ گونه می‌باشد که تنها ۸ گونه آن کشت می‌شود. *Solanum tuberosum*^۳ تنها گونه قابل کشت در سراسر جهان است و با تولید سالانه بیش از ۴۰۰ میلیون تن پس از گندم، ذرت و برنج از مهمترین محصولات کشاورزی به شمار می‌رود (جعفریان ۱۳۸۰).

براساس آمار سازمان خواروبار جهانی^۴ میزان تولید سیب‌زمینی در سال ۲۰۰۴ در ایران ۴/۲ میلیون تن بوده و سطح زیر کشت سیب‌زمینی کشور حدود ۱۷۳ هزار هکتار برآورد شده است که ۹۸/۵۰ درصد آن آبی و بقیه به صورت دیم بوده است. استان همدان با ۱۴/۷۸ درصد از تولید سیب‌زمینی کشور، مقام اول را به خود اختصاص داده است و استانهای اردبیل، اصفهان، کردستان و آذربایجان شرقی به ترتیب با ۱۳/۹۴، ۱۲/۱۵، ۶/۹۶ و ۶/۹۰ درصد سهم در تولید سیب‌زمینی رتبه‌های دوم تا پنجم را کسب کرده‌اند. استان گلستان در سال زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۴ با سطح زیر کشت ۶۴۴۸ هکتار حدود ۱۱۰ هزار تن سیب‌زمینی تولید کرده است (سالنامه آماری کشور؛ ۱۳۸۲).

۱-۲- ترکیب شیمیایی و ارزش تغذیه‌ای غده سیب‌زمینی

ترکیبات شیمیایی در ارقام مختلف، متفاوت است و به طور عمده به ژنتیک آنها مربوط می‌شود و به هر حال تحت تاثیر سن و رسیدگی غدد و شرایط اقلیمی محیط قرار می‌گیرد. عوامل دیگری نظیر کوددهی، آفت‌کش‌ها و آفات نیز بر ترکیب شیمیایی غده سیب‌زمینی اثر دارند. به علاوه

^۱-*Solanum*

^۲-*Solanaceae*

^۳-*Solanum Tuberosum*

^۴-Food and Agriculture Organization

شرایط نگهداری غده‌ها در طی دوره انبارداری را نیز باید در نظر گرفت (لیزینسکا و لیسچینسکی؛ ۱۹۸۹).

غده‌های تازه سیب‌زمینی دارای ۷۵ تا ۸۰ درصد آب و حدود ۲۰ درصد ماده خشک هستند. ماده خشک سیب‌زمینی شامل ۸۰-۶۰ درصد نشاسته، ۱ درصد املاح معدنی، ۵ درصد مواد فیبری و ۲ درصد مواد پروتئینی می‌باشد. نشاسته سیب‌زمینی خود ترکیبی از ۷۵-۸۰ درصد آمیلوپکتین و ۲۵-۲۰ درصد آمیلوز می‌باشد. سایر ترکیبات موجود در سیب‌زمینی شامل انواع ویتامین‌های محلول در آب و چربی مانند ویتامین‌های گروه B (B_1, B_2, B_6, B_{12}) ویتامین‌های A و C و عناصر معدنی است (لیزینسکا و لیسچینسکی؛ ۱۹۸۹).

برآورد شده است که استفاده از ۱۰۰ گرم سیب‌زمینی در جیره غذایی روزانه می‌تواند حدود ۴ درصد از پروتئین مورد نیاز، ۱۰ درصد آهن، ۲۰ تا ۵۰ درصد ویتامین C، ۱۰ درصد ویتامین B_1 و حدود ۳ درصد انرژی مورد نیاز یک نفر را تأمین کند. مقدار پروتئین سیب‌زمینی برخلاف مقدار کم آن دارای کیفیت مطلوب می‌باشد به طوری که شامل بیشتر اسیدهای آمینه ضروری بوده و فقط از نظر متیونین و سیستئین محدودیت دارد. ارزش بیولوژیک پروتئین تخم مرغ ۹۶، سیب‌زمینی ۷۳، سویا ۷۲، ذرت ۵۴ و آرد گندم ۵۳ است (لیزینسکا و لیسچینسکی؛ ۱۹۸۹).

سیب‌زمینی به دلیل سهل الهضم بودن و داشتن پروتئین با کیفیت مطلوب پس از تخم مرغ به عنوان دومین منبع غذایی ساده و پر مصرف جهان شناخته می‌شود (لیزینسکا و لیسچینسکی؛ ۱۹۸۹).

۱-۳- مصارف و کاربردهای سیب‌زمینی

مصرف سیب‌زمینی می‌تواند به صورت خام یا فرآیند شده باشد. از سیب‌زمینی می‌توان به صورت تازه خوری، به عنوان خوراک دام، تهیه محصولات سرخ شده (چیپس و خلال نیمه سرخ شده)، تهیه نشاسته، تولید پودر و آرد سیب‌زمینی و ... استفاده نمود.

فرآورده‌های سرخ شده سیب‌زمینی عبارتند از چیپس و خلال سرخ شده که معمولاً به صورت نیمه سرخ شده فرآیند می‌شود و در محل مصرف سرخ کردن نهایی روی آن انجام می‌شود و فرنج فرایز^۱ نیز نامیده می‌شود. فرنج فرایز یا خلال سیب‌زمینی نیمه سرخ شده به قطعاتی از سیب‌زمینی اطلاق می‌گردد که دارای سطح مقطع $1 \times 1 \text{ cm}^2$ و طول ۶-۷ سانتی متر باشند و در روغن داغ به صورت عمیق^۲ سرخ شده باشند (لیزینسکا و لیسچینسکی؛ ۱۹۸۹).

جدول ۱-۱- ترکیب شیمیایی غده‌های سیب‌زمینی

ترکیب	مقدار (درصد)	
	محدوده	متوسط
ماده خشک	۳۶/۸ - ۱۳/۱	۲۳/۷
نشاسته	۲۹/۴ - ۸/۰	۱۷/۵
قندهای احیاء کننده	۵/۰ - ۰/۰	۰/۳
قند کل	۸/۰ - ۰/۰۵	۴
فیبر خام	۳/۴۸ - ۰/۱۷	۱/۷۱
مواد پکتیکی	۱/۵ - ۰/۲	۱/۷
ازت کل	۰/۷۴ - ۰/۱۱	۰/۳۲
پروتئین خام	۴/۶۳ - ۰/۶۹	۲/۰۰
چربی	۰/۲ - ۰/۰۲	۰/۱۲
خاکستر	۱/۸۷ - ۰/۴۴	۱/۱
اسیدهای آلی	۱/۰ - ۰/۴	۰/۳

۱-۴- مکانیسم سرخ کردن عمیق

سرخ کردن عمیق یک فرآیند پخت خشک می‌باشد که به طور اساسی شامل غوطه‌ور کردن قطعات و تکه‌های ماده غذایی در روغن نباتی داغ می‌باشد (موریانو و همکاران ۲۰۰۲). این روش به طور گسترده برای تهیه غذاهای طعم دار و خوش طعم که دارای بخش داخلی نرم و مرطوب

^۱ -French Fries

^۲ -Deep Fat Frying

همراه با پوسته ترد و شکننده می‌باشند استفاده می‌شود (گارسیا و همکاران ۲۰۰۱). در حین فرآیند سرخ کردن، خواص فیزیکوشیمیایی و حسی ماده غذایی تغییر می‌کند. در حین فرآیند سرخ کردن عمیق انتقال حرارت و جرم همزمان رخ می‌دهد. هنگام افزودن ماده غذایی به روغن داغ، دمای سطح ماده غذایی افزایش می‌یابد و آب موجود در سطح ماده غذایی فوراً شروع به جوشیدن می‌کند و به علت تبخیر، سطح ماده غذایی خشک شده و چروکیدگی سطحی اتفاق می‌افتد (ملما ۲۰۰۳). انتقال حرارت از روغن به ماده غذایی باعث تبدیل رطوبت داخل ماده غذایی به بخار می‌شود که منجر به ایجاد یک اختلاف فشار^۱ شده به طوری که سطح خشک می‌شود. این اختلاف فشار ایجاد شده درون ماده غذایی توسط لوله‌های موئین و کانالهای موجود در ساختار سلولی، به آرامی باعث پمپ کردن آب از بخش درونی و مرکز ماده غذایی به سمت پوسته می‌گردد که این رطوبت سطحی در حین سرخ کردن خارج می‌شود. همزمان روغن در نواحی متلاشی شده به سطح ماده غذایی می‌چسبد و وارد فضاهای خالی که توسط بخار آب در بافت سیب‌زمینی ایجاد شده‌اند می‌گردد (دبنات و همکاران ۲۰۰۳). ایجاد فضاهای خالی توسط بخار آب برای ورود بعدی روغن، نشانگر این واقعیت است که چرا مقدار رطوبت ماده غذایی به طور عمده تعیین کننده میزان جذب روغن می‌باشد (گامبل و همکاران؛ ۱۹۸۷، لامبرگ و همکاران؛ ۱۹۹۰، مهتا و سوین برن ۲۰۰۱، ساگوی و پیتاس؛ ۱۹۹۵، ساترن و همکاران؛ ۲۰۰۰). در رطوبت‌های بالا، بخار تولید شده با ایجاد یک فشار بیش از حد در درون خلل و فرج ماده غذایی، مانع جذب روغن می‌شود. این خاصیت ممانعت‌کنندگی بخار احتمالاً تا چند ثانیه بعد از برداشتن ماده غذایی از داخل روغن ادامه می‌یابد. بعد از برداشتن خلل‌ها از سرخ کن دما کاهش می‌یابد و بخار درون خلل و فرج ماده غذایی کندانس می‌شود (ملما ۲۰۰۳). که باعث ایجاد خلأ شده و در نتیجه، منجر به مکش روغن چسبیده به سطح ماده غذایی به درون بافت آن می‌شود (دبنات و همکاران؛ ۲۰۰۳). به عنوان مثال در چیپس‌های ترتیلا^۲ (چیپس ذرت) در پایان فرآیند سرخ کردن، ۸۰ درصد روغن در روی سطح محصول باقی می‌ماند در حالیکه تنها ۲۰ درصد از

^۱ -Pressure Gradient

^۲ -Tortilla Chips

روغن در بخش‌های داخلی حضور دارد. در حین سرد کردن حدود ۶۴ درصد از این روغن سطحی جذب بخش‌های داخلی می‌شود (موریرا و همکاران؛ ۱۹۹۷).

آب در حین فرآیند سرخ‌کردن نقش‌های زیر را ایفا می‌کند:

الف- به وسیله تبدیل آب مایع به بخار، باعث جذب انرژی حرارتی روغن داغ اطراف ماده سرخ‌شده می‌شود که با این برداشت انرژی، از سوختگی ناشی از خشک شدن بیش از حد سطح ماده غذایی جلوگیری می‌کند، بنابراین با وجود این که دمای روغن ممکن است بیش از 170°C باشد، دمای ماده غذایی تنها حدود 100°C می‌باشد که بیانگر تغییر دمای فازی است.

ب- نقش دیگر آب، پختن بخش‌های داخلی ماده غذایی سرخ شده است. همانطور که می‌دانیم آب در مقایسه با چربی، پروتئین و کربوهیدرات رسانای حرارتی بهتری است و باعث تسهیل انتقال انرژی حرارتی از سطوح در تماس با روغن داغ به بخش‌های داخلی می‌شود. از سوی دیگر انتشار و جابجایی آب از بخش‌های داخلی به پوسته‌ها و لبه‌ها باعث انتقال مواد معدنی محلول در آب به بخش‌های خارجی ماده غذایی می‌شود (بلومنتال ۱۹۹۱).

۱-۵- تاریخچه فرنیج فرایز

معلوم نیست که فرنیج فرایز چه هنگام و توسط چه کسی ابداع شده است اما منشاء غذاهای سرخ شده حدود ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد در چین بوده است با این وجود در آن زمان سیب‌زمینی در آنجاها کشت نمی‌شده است (استیر ۲۰۰۰). علی‌رغم اینکه در سال ۱۸۳۰ میلادی سیب‌زمینی‌های سرخ شده به صورت عمیق به عنوان غذایی محبوب هم در فرانسه و هم در بلژیک مطرح بود ولی این فرضیه (یعنی سرخ کردن عمیق) در سال ۱۸۸۰ میلادی به آمریکا منتقل شد. درباره وجه تسمیه فرنیج فرایز چندین نظر مختلف وجود دارد. برخی معتقدند که کلمه فرنیج فرایز ممکن است از مردمی که آن را به ایالات متحده آمریکا منتقل کردند، منشاء گرفته باشد و یا به وسیله ملوانان آمریکایی در حین جنگ جهانی اول ایجاد شده باشد (اگرچه آنها در بخشی از کشور فرانسه ساکن بودند که مردم آنجا به زبان بلژیکی صحبت می‌کردند). عده‌ای دیگر معتقدند

که فرنیچ فرایز از کلمه فرنیچ به معنی بریدن به صورت نوارهای نازک گرفته شده است. بر اساس نظریه سوم فرنیچ فرایز یک کلمه بدون مفهوم است که در زبان انگلیسی قدیم به خلال نیمه سرخ شده سیب‌زمینی اطلاق می‌شده است و به روش تهیه در دو مرحله سرخ کردن و سرد کردن بین آن دو مربوط می‌شود (ویل وان لون؛ ۲۰۰۵).

با توسعه روشها و تکنیکهای انجماد بعد از جنگ جهانی دوم، انبارداری و توزیع محصولات تسهیل یافت و رستورانهای بزرگ تولید کننده غذاهای سریع و آماده تجارت خود را شروع کردند و در نتیجه منجر به رشد چشمگیری در تولید صنعتی فرنیچ فرایز و سایر محصولات منجمد سیب‌زمینی شد. امروزه تولید جهانی محصولات سرخ شده منجمد سیب‌زمینی به ۴۵۰۰ میلیون کیلوگرم در سال می‌رسد که از این مقدار، فرنیچ فرایز حدود ۸۶٪ را شامل می‌شود (استیر ۲۰۰۰). بعد از ایالات متحده آمریکا، هلند بزرگترین کشور فرآوری کننده سیب‌زمینی در دنیا است که در سال ۲۰۰۱ بیش از ۱۵۰۰ میلیون کیلوگرم از محصولات سیب‌زمینی را تولید کرده است (ویل وان لون؛ ۲۰۰۵).

۱-۶- عوامل موثر بر کیفیت محصولات سرخ شده سیب‌زمینی

۱-۶-۱- رقم سیب‌زمینی

همانطور که قبلاً ذکر شد کیفیت محصول نهایی تا حدود زیادی به کیفیت غده‌های خام بستگی دارد. از این رو انتخاب رقم مناسب برای فرآوری مرحله بسیار مهمی است زیرا نسبت ترکیبات شیمیایی در ارقام مختلف، متفاوت است که به طور عمده به ژنتیک آن مربوط می‌شود (لیزینسکا و لیسچینسکی؛ ۱۹۸۹، جعفریان؛ ۱۳۸۰).

۱-۶-۲- شرایط نگهداری

شرایط نگهداری پس از برداشت سیب‌زمینی برای فرآوری بعدی بسیار مهم است. دمای نگهداری بالا باعث تشدید جوانه زنی می‌شود در حالیکه دمای نگهداری پایین مقدار قندهای