# ارزیابی کیفی روغن سرخ کردنی غنی شده با اسید لینولئیک مزدوج (CLA)

**سمیه قندهاری**(دانشجوی دوره کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان)
*Email: mina.ghandehari@gmail.com*
**سید امیرحسین گلی، مهدی کدیور**
*Email:{amirgoli},{kadivar}@cc.iut.ac.ir*

**چکیده**
اسید لینولئیک مزدوج (CLA) با دو باند دو گانهٔ غیر اشباع، به گروهی از ایزومرهای فضایی و مکانی اسیدلینولئیک گفته می شود که با نام اختصاری CLA معروف هستند. CLA به طور معمول در معده نشخوارکنندگان از پیش سازهای موجود در معده، توسط باکتری و آنزیم های خاصی سنتز می شود. عمده ترین ایزومر CLA، ایزومر cis-9,trans-11 (اسیدرومنیک) معرفی شده است. مطالعات انجام شده در طی سال های اخیر در بدن جانداران و شرایط آزمایشگاه نشان داده است که CLA دارای خواص بیولوژیکی بسیار مفیدی است و تاثیرات مثبت آن بر روی سلامتی انسان عبارتند از؛ خاصیت ضد سرطانی، کاهش بروز بیماری قلبی- عروقی، بهبود عملکرد سیستم ایمنی، کاهش چربی بدن و اثر بر روی بیماری دیابت. در این مطالعه، روغن سرخ کردنی با 10، 20 و 30 درصد از این اسید چرب غنی سازی شده و در سرخ کردن چیپس، به مدت 5 روز و هر روز 1 ساعت، به کار برده شد. عملیات نمونه برداری از روغن ها در روزهای اول، سوم و پنجم پس از سرخ کردن انجام شد. عدد پراکسید، عدد TBA و FAC (پروفیل اسید چرب) به عنوان شاخص ارزیابی روغن استفاده شد. طی آزمایشات انجام شده عدد پراکسید و میزان CLA در روغن به دلیل تجزیه شدن این ترکیبات کاهش پیدا کرده و عدد TBA افزایش یافت. روغن های حاوی 10، 20 و 30 درصد CLA به ترتیب تقریبا 15، 11 و 11 درصد کاهش در میزان CLA داشتند.

**واژه‌های کلیدی**
غنی سازی مواد غذایی، ارزیابی کیفی روغن سرخ کردنی، اسید لینولئیک مزدوج، مواد غذایی غنی سازی شده، چیپس سیب زمینی

## 1. مقدمه

اسیدهای لینولئیک مزدوج (conjugated linoleic acids) گروهی از ایزومرهای موقعیتی و هندسی اسید لینولئیک هستند که شامل دو ایزومر اصلی و شناخته شده سیس9، ترانس11 و ترانس10، سیس12 می باشند. CLA یک اسید چرب اکتا دکا دی انوئیک است که دارای دو باند دو گانه کربن-کربن مزدوج است و طبق تعریف FDA در سال1999 ، جز دسته اسیدهای چرب ترانس محسوب نمی گردد [10].

برای اولین بار در سال 1979 دانشمندی بنام Michael Pariza و همکاران از گوشت پخته شده گاو ترکیبی را جداسازی کردند که به عنوان یک عامل ضد سرطان معرفی شد، این عامل پس از شناسایی CLA نامگذاری گردید.

منابع اصلی CLA به طور طبیعی چربی وگوشت حیوانات نشخوار کننده می باشد، شیر و محصولات لبنی تولید شده از نشخوارکنندگان بیشترین میزان CLA را دارا است که البته در غذاهای دریایی و گوشت ماکیان میزان بسیار کمی از CLA یافت می شود. در روغن های گیاهی از جمله روغن آفتابگردان و روغن ذرت نیز میزان بسیار کمی درحدود 0/4-0/2 میلی گرم CLA به ازاء هر گرم روغن وجود دارد که این مقدار در نتیجه فرآیند بوگیری و هیدروژناسیون در اثر حرارت بالا در روغن بوجود می آید. علاوه بر این CLA در خون، غدد پستانی و شیر انسان نیز وجود دارد. CLA در محیط بدن ممکن است از اسید لینولئیک تشکیل شود که رادیکال آزاد میانی حاصل از اکسید اسیون این اسید چرب است و یا از واکنش بین اسید لینولئیک و پروتئین حاصل می شود [5]. ایزومرهای CLA بوسیله کلنی باکتریهای داخل شکمبه نشخوارکنندگان تولید می شوند که به طور کلی 8 ایزومر بالقوه CLA وجود دارد ولی تنها دو ایزومر اصلی نامبرده شده اثرات مفیدی بر سلامت انسان دارند [1].

تحقیقات نشان داده است که CLA دارای خواص بیولوژیکی بسیار مفیدی در بدن انسان می باشد از جمله می توان به خاصیت ضد سرطانی، کاهش چربی بدن، خاصیت آنتی اکسیدانی، ضد دیابت، جلوگیری از تصلب شرایین و بهبود عملکرد سیستم ایمنی بدن اشاره کرد. خاصیت آنتی اکسیدانی CLA در برخی مقالات ثابت شده و فعالیت آنتی اکسیدانی آن بیشتر از آلفا-توکوفرول می باشد و می تواند از تشکیل رادیکال های آزاد جلوگیری کند و به همین دلیل برخی از محققین این ترکیب را جز دسته آنتی اکسیدان به شمار می آورند [4].

در طی سالهای اخیر به علت جایگزینی چربی حیوانی با روغن های گیاهی، مصرف CLA کاهش یافته است در صورتیکه میزان CLA مورد نیاز برای یک فرد 70- 65 کیلوگرمی حدود 3/5 گرم در یک روز می باشد تا CLA بتواند خاصیت ضد سرطانی خود را نشان دهد . با توجه به اینکه امروزه دو عامل مرگ و میر جهانی یعنی سرطان و بیماریهای قلبی و عروقی بسیار گسترش یافته اند تلاش روز افزون دانشمندان بر این اساس است تا با تغییر نحوه تغذیه افراد، از مرگ و میر انسان ها جلوگیری شود، یکی از این راهکارها بدین شکل است که می توان با تولید CLA به طور سنتزی و غنی سازی روغن ها با CLA و کاربرد چنین روغن هایی در محصولات غذایی از مبتلا شدن افراد به این بیماری ها جلوگیری کرد [10 و 14] .

سرخ کردن یکی از قدیمی ترین و رایج ترین روشهای پخت و فرآوری غذا می باشد که در آن غذاهایی با طعم و بافت مطلوب تهیه می شود و می توان غذای مورد نظر را برای مدت طولانی تری نگهداری کرد، همچنین اکثر مصرف کنندگان، طعم، ظاهر و بافت غذاهای سرخ شده را بیشتر می پسندند که به همین دلیل سرخ کردن در صنعت غذا جایگاه مخصوصی پیدا کرده و به سرعت در حال رشد است. سرخ کردن مواد غذایی موجب افزایش ارزش تغذیه ای غذاهای سرخ شده می شود زیرا در حین سرخ کردن بافت غذا روغن جذب می کند که این پدیده نیز عامل مهمی برای گسترش فرایند سرخ کردن است [12].

چیپس سیب زمینی یک لایه نازک (به ضخامت 1/78 mm -1/27) از قطعات سیب زمینی خام است که فرآیند سرخ شدن بر روی آن انجام گرفته است و محتوای نهایی روغن در آن بین 38-33 گرم به ازای هر 100 گرم محصول (براساس وزن مرطوب ) می باشد[2] .امروزه در صنعت غذا به علت تولید انواع چیپس ها با طعم، مزه و تردی بسیار مناسب و ظاهری مطلوب مصرف سیب زمینی سرخ شده درحال افزایش است.

تحقیقات بسیار گسترده ای در زمینه سرخ کردن محصولات سیب زمینی انجام گرفته است که از آن جمله می توان به گزارش Bouchon و همکاران در سال 2003 اشاره کرد که در آن مطالعه روغن در 3 فرم و شکل در بافت سیب زمینی سرخ شده یافت گردید؛ روغن سطحی، روغنی است که روی سطح غذا پس از خروج از سرخ کن باقی می ماند، روغن ساختاری، روغن جذب شده در طی فرآیند است و روغن نفوذ کرده به لایه های سطحی، که این روغن پس از سرخ کردن و سرد شدن غذا در سیب زمینی جذب می شود [8 و 9]. در سال

Casal 2010 و همکاران slice های سیب زمینی را در روغن زیتون در دمای 170 درجه سانتی گراد به مدت 1 ساعت سرخ کرد و این عمل را 9 بار در روز انجام داد. پارامترهای بررسی شده شامل اسیدهای چرب آزاد، عدد پراکسید و عدد آنیزیدین و ترکیبات قطبی است که در کلیه پارامترها یک روند صعودی مشاهده شد به جز عدد پراکسید، که علت این پدیده بدلیل پارامترهای موثر بر روی اکسیداسیون این روغن می باشد. Sahin و همکاران در سال 2009 در طی تحقیقات خود نشان دادند که چیپس سیب زمینی می تواند حاملی برای CLA باشد. در این تحقیق، ابتدا به روش فوتواکسیداسیون CLA در روغن سویا تا حدود 24 درصد سنتز شد و سپس با سرخ کردن سیب زمینی در این روغن و روغن سویای بدون CLA نتایج زیر حاصل گردید، محتوای روغن در چیپس دو نمونه یکسان و حدود 39 درصد بود و تفاوتی بین رنگ و ظاهر دو چیپس تولیدی مشاهده نشد. چیپس غنی سازی شده حاصل، حاوی 18 درصد از انواع ایزومرهای CLA بوده است. از آنجاییکه در بافت سیب زمینی میزان جذب روغن بدلیل بالا بودن نسبت سطح به حجم زیاد است در نتیجه میزان جذب CLA در بافت چیپس بسیار بالا می باشد و همچنین بدلیل اینکه چیپس یک ماده غذای پر مصرف و لذیذی است می توان با غنی سازی این محصول با CLA محتوی CLA در خوراک روزانه افراد را افزایش داد و از این محصول به عنوان منبعی مناسب تر نسبت به گوشت گاو و فرآورده های لبنی برای تامین روزانه CLA استفاده کرد.

در این تحقیق سعی می شود پس از انجام آنالیز بر روی مواد اولیه (سیب زمینی و روغن سرخ کردنی) ، غنی سازی روغن سرخ کردنی را با CLA در چند غلظت انجام دهیم سپس روغن های مختلف برای سرخ کردن چیپس سیب زمینی استفاده می شود و کیفیت تغذیه ای و فیزیکوشیمیایی روغن ها پس از سرخ کردن ارزیابی می گردد.

## 2. مواد و روش‌ها

### 2. 1. تهیه مواد اولیه

روغن سرخ کردنی از کارخانه ناز اصفهان و روغن CLA با خلوص 79/6 از کشور هلند تهیه شد. تهیه فرمولاسیون روغن های غنی شده با CLA به این صورت انجام گرفت که 4 فرمولاسیون از روغن سرخ کردنی با استفاده از روغن CLA تهیه شد بدین صورت که روغن های سرخ کردنی به ترتیب حاوی 10، 20، و 30 درصد CLA می باشند. نمونه شاهد نیز بدون CLA در نظر گرفته شد.

### 2. 2. نحوه تهیه slice های سیب زمینی

واریته سیب زمینی خریداری شده از نوع کوزیما است که پس از شستشو و پوست گیری، slice های تهیه شده در دمای 95-65 درجه سانتی گراد به مدت یک دقیقه آنزیم بری شده و تا رسیدن به محتوای رطوبت 60 درصد ( بر اساس وزن مرطوب ) خشک شدند.

### 2. 3. سرخ کردن

سرخ کردن slice سیب زمینی با ابعاد مشخص با 4 فرمولاسیون تهیه شده از روغن به مدت 5 روز، هر روز به مدت یک ساعت انجام گرفت و در پایان روز اول، سوم و پنجم از روغن نمونه برداری شد. روغن های مورد نظر از لحاظ عدد پراکسید، شاخص TBA و تعیین پروفیل اسید چرب مورد ارزیابی قرار گرفتند.

### 2. 4. تعیین پروفیل اسید چرب

برای تعیین پروفیل اسیدهای چرب در روغن گلرنگ از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Agilent 6890N ساخت آمریکا استفاده و طبق روش Goli و همکاران (2008) متیل استر اسیدهای چرب تهیه شد. 50 میکرولیتر از روغن گلرنگ در 1 میلی لیتر هگزان حل شد سپس 100 میکرولیتر از متوکسید سدیم متانولی 0/5 نرمال به آن اضافه شده و به مدت 15 دقیقه در دمای اتاق تکان داده شد. در انتها نمونه متیله شده در تماس با سولفات سدیم بدون آب قرار گرفت تا رطوبت آن خارج شود. ستون مورد استفاده HP-88 به طول 100 متر، قطر 250 میکرومتر و ضخامت فاز ثابت 0/20 میکرومتر بوده و از گاز نیتروژن به عنوان گاز حامل با فلوریت 1/1 میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد. برنامه دمایی ستون به این صورت بود که در دمای 150 درجه سانتیگراد به مدت 1 دقیقه مانده، با سرعت 5 درجه سانتیگراد در دقیقه به دمای 210 درجه سانتیگراد رسیده و به مدت 8 دقیقه در این دما مانده و سپس با سرعت 5 درجه سانتیگراد در دقیقه به دمای 240

درجه سانتیگراد رسیده و به مدت 6 دقیقه در این دما نگه داشته می‌شود. آشکارساز دستگاه GC از نوع FID با دمای 250 درجه سانتیگراد، دمای تزریق 150 درجه سانتیگراد و حجم تزریق 1 میکرولیتر با Split 1 به 30 بود.

**5. 2. عدد پراکسید**

این شاخص در روغن معمولا در ارتباط با فساد شیمیایی بوده و اندازه گیری آن در شروع اکسیداسیون اهمیت دارد و در واقع یک شاخص کیفی می باشد. در روغن ها، اسیدهای چرب غیر اشباع، در محل پیوند دو گانه خود اکسیژن جذب کرده و پراکسید تولید می کنند. این پراکسید به شدت فعال است و تحت تاثیر نوع روغن و مدت زمان نگهداری روغن قرار می گیرد. در این تحقیق اندازه گیری میزان پراکسید بر طبق روش **AOCS** شماره 53-8 انجام شد.

**6. 2. عدد TBA**

آزمایشی که جهت تشخیص و اندازه گیری محصولات ثانویه حاصل از اکسیداسیون مثل آلدئیدها و کتون ها می باشد آزمایش تیوباربیوتیک اسید است. تیوباربیوتیک اسید یک معرفی است که با مالون آلدئید واکنش می دهد و کمپلکس صورتی رنگی تشکیل می دهد که در طول موج 530 نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتری اندازه گیری می شود. مالون آلدئید یک آلدئیدی است که عمدتا در اتواکسیداسیون اسیدهای چرب با سه یا تعداد بیشتری پیوند دوگانه تشکیل می شود. این ترکیب فاقد بو می باشد و قادر است با پروتئین ها اتصال پیدا کند.

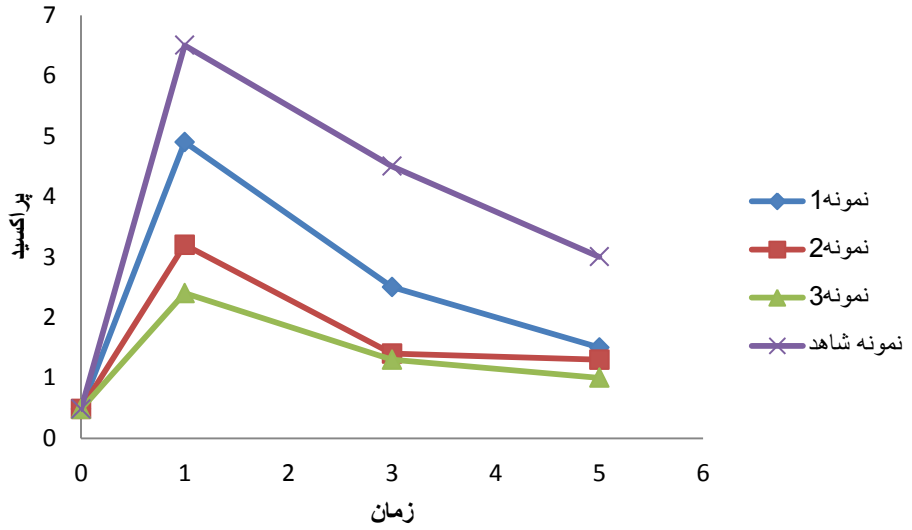
**3. نتایج و بحث**

1. 3. همان طور که در جدول 1 بیان شده،نمونه شاهد (بدون CLA) حاوی اسید اولئیک به عنوان اسید چرب غالب است که و تغییری در میزان اسیدهای چرب این روغن، پس از 5 روز سرخ کردن، مشاهده نشده است. در مورد روغن شماره 1 (حاوی 10 درصد CLA)،میزان CLA پس از 5 روز سرخ کردن حدودا 2 درصد کاهش یافته است. نکته قابل توجه این است که در نمونه های روغن 2 و 3 (به ترتیب حاوی 20 و 30 درصد CLA) میزان کاهش CLA 2 درصد بوده است.میزان CLA به ترتیب از 18 درصد به 16 درصد و از 28 درصد به 26 درصد رسیده است.

جدول 1- ترکیب اسیدهای چرب در طی سرخ کردن(درصد)

| | نمونه شماره 1 | | | | نمونه شماره 2 | | | | نمونه شماره 3 | | | | نمونه شماره 4 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | زمان صفر | روز اول | روز سوم | روز پنجم | زمان صفر | روز اول | روز سوم | روز پنجم | زمان صفر | روز اول | روز سوم | روز پنجم | زمان صفر | روز اول | روز سوم | روز پنجم |
| اسید پالمیتیک | 32/9 | 33/7 | 33/8 | 34/6 | 30/1 | 29/6 | 29/7 | 32/0 | 26/9 | 25/3 | 25/6 | 26/8 | 36/3 | 35/8 | 38/8 | 37/4 |
| اسید استئاریک | 2/5 | 3/2 | 3/4 | 3/4 | 3/0 | 2/6 | 3/5 | 2/7 | 2/7 | 2/8 | 2/4 | 2/8 | 3/4 | 3/7 | 3/0 | 3/3 |
| اسید اولئیک | 42/5 | 41/6 | 41/8 | 41/4 | 37/6 | 38/2 | 38/3 | 37/2 | 33/5 | 33/6 | 33/7 | 33/9 | 45/8 | 46/4 | 43/3 | 44/9 |
| اسید لینولئیک | 10/8 | 11/1 | 10/7 | 11/1 | 10/3 | 10/3 | 9/1 | 11/0 | 7/4 | 8/6 | 9/1 | 8/9 | 12/8 | 12/8 | 13/5 | 12/9 |
| اسید لینولئیک | 10/1 | 9/1 | 9/0 | 8/3 | 18/1 | 18/1 | 18/3 | 16/0 | 28/7 | 28/8 | 28/2 | 26/7 | 0 | 0 | 0 | 0 |

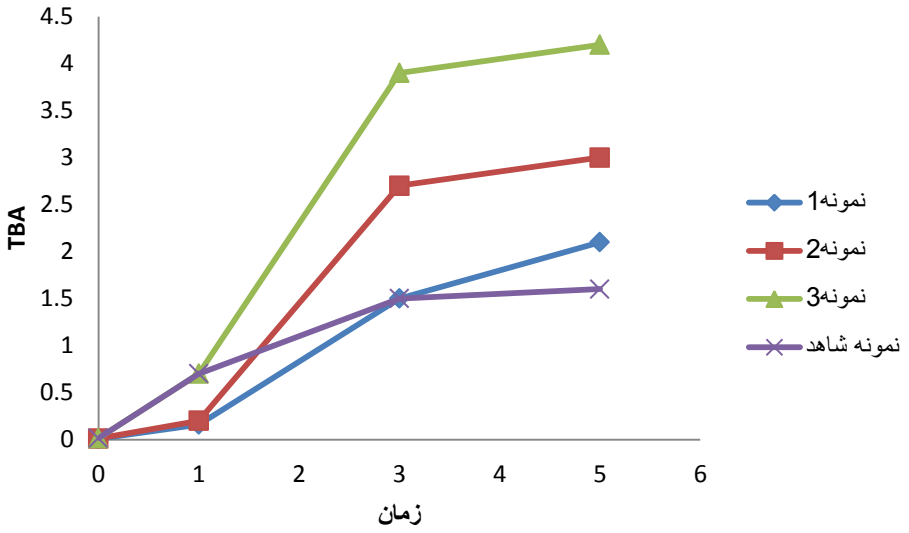
2. 3. همان طور که در شکل 1 مشاهده می شود عدد پراکسید پس از 1 روز سرخ کردن، در همه نمونه ها افزایش یافته است و این در حالی است که در روز های 3 و 5 عدد پراکسید کاهش یافته است. عدد پراکسید در نمونه شاهد از همه نمونه ها بیشتر است و به ترتیب با افزایش میزان **CLA** عدد پراکسید کاهش پیدا کرده است. نمونه 3 با بیشترین درصد **CLA** (30 درصد) کمترین پراکسید را دارد که تقریبا میزان پراکسید آن به عدد 1 نزدیک است. Innawong درسال 2004 از روغن بادام زمینی برای سرخ کردن غذاهای آماده استفاده کرد. فرایند سرخ کردن را در طی 3 روز به مدت 14 ساعت در دمای 190 درجه سانتی گراد انجام داد. هر روز پس از سرخ کردن، از روغن نمونه برداری کرده و عدد پراکسید، ثابت دی الکتریک و میزان اسیدهای چرب آزاد روغن سرخ کردنی به منظور ارزیابی آن اندازه گیری شد، در این تحقیق نیز کاهش در عدد پراکسید در انتهای سرخ کردن دیده شد.




شکل 1- شاخص پراکسید نمونه های روغن در طی 5 روز سرخ کردن

3. **3.** در نمودار 2 شاخص TBA دارای روند افزایشی است و همانطور که در نمودار مشاهده می شود کمترین میزان TBA مربوط به نمونه روغن شاهد و نمونه 1 می باشد و بیشترین TBA مربوط به نمونه 3 با 30 درصد CLA پس از 5 روز سرخ کردن است. نتیجه حاصل شده از عدد پراکسید نیز تایید کننده این مطلب می باشد که با حرارت دهی روغن در طی زمان طولانی تر اکسیداسیون به سمت مراحل پیشرفته تر رفته و میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون که با اندیس TBA مشخص می شوند بالاتر می رود. به دلیل گسترش فساد روغن، کاهش عدد پراکسید و افزایش شاخص TBA در نمونه 3 مشاهده شد زیرا در طی سرخ کردن به دلیل میزان بالای CLA در فرمول این نوع روغن، محصولات اولیه اکسیداسیون سریعا تجزیه شده و اکسیداسیون وارد مرحله ثانویه گشته و محصولات این

مرحله بیشتر تولید شده است که موجب افزایش TBA شده است.




شکل 2- شاخص TBA نمونه های روغن در طی 5 روز سرخ کردن

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز اسیدهای چرب، میزان تغییرات CLA چشم گیر نبوده و نتایج نشان می دهد که روغن سرخ کردنی حتی با داشتن حدودا 30 درصد CLA کیفیت مناسبی پس از 5 روز داشته و در نهایت، روغن حاوی 26 درصد CLA شده است. همچنین تغییرات عدد پراکسید در نمونه های حاوی CLA نسبت به نمونه شاهد فاقد CLA در روز اول، معنی دار بوده و شاخص TBA در نمونه شاهد و نمونه شماره 1 معنی دار نبوده و در نمونه 2 و 3 معنی دار شده است. بنابر نتایج اعلام شده شاید بتوان از روغن غنی شده با CLA در تولید چیپس سیب زمینی در صنعت استفاده کرد و از مزایای فراوان این اسید چرب، که امروزه مصرف روزانه آن کاهش یافته است، سود برد.

4. منابع و مراجع


1)Chiou, C., Kalogeropoulos,. Pan-frying of French fries in three different edible oils enriched with olive leaf extract: oxidative stability and fate of micro constituents - *Food Science Technology*. 42: 1090-1097. 2009

2)Dhiman, T.R., Nams.C., Ure, A.L. Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat - *Science Direct. 45: 463-482*. 2010

3)Dimirta, P., Houhoula, V.O. Predictive study for the extent of deterioration of potato chips during storage - *Journal Of Food Engineering*. 65: 427-432. 2004

4)Fellows, P. Food Processing and Technology Principles and Practice - CRC Press. New York. 2003

5)Franco, P., Claudia, C., Pedro, M., Elizabeth, T. Oil distribution in potato slices during frying - *Journal Of Food Engineering*. 87: 200-212. 2008

6)Franco, P., Pedro, M., Natalie, S., Romina, P. Physical properties of pre-treated potato chips - *Journal Of Food Engineering*. 79:1474-1482. 2007

7)Gnadig, S., Xue, Y., Berdeaux, J.M. Cheardigni, J.L. Conjugated linoleic acid as a functional ingredient –*Functional Dairy Products.* 12:263-297. 2003

8)J.F, Chen.,C.-Y, Tai., Y.C, B.H, Chen. Effects of conjugated linoleic acid on the degradation and oxidation stability of model lipids during heating and illumination – *Food Chemistry*. 72:199-206. 2004

9)Kapoor, R.M., Reanay, N.D., Kim, B. Conjugated linoleic acid oils.Food Chemistry. 3: 1-37. 2006

10)Kita, A., Figiel, A. Effect of post-drying method on selected properties of potato chips – Acta Grophysica. 11: 91-100. 2008

*11)*park, Y., Pariza, M.W. Mechanisms of body fat modulation by conjugated linoleic acid (CLA) – *Food Chemistry*. 49: 311-323. 2007

12)Kita, A., Figiel, A. Effect of post-drying method on selected properties of potato chips –Acta Grophysica. 11: 91-100. 2008

13)Sahin, s., Sumnu, S.G.Advances in deep-fat frying of foods – 3thed.CRC Press. New York. 2009

14)Yeonhwa, P. Conjugated linoleic acid (CLA): Good or bad trans fat. *Journal Of Food composition and Analysis.* 225: 54-59. 2009

**Qualitative evaluation of frying oil enriched by conjugated linoleic acid (CLA)**

Somayeh Ghandehari, Sayed Amir Hossein Goli, Mahdi Kadivar, Isfahan university of technology
Isfahan, Iran

**Abstract**

Conjugated linoleic acid (CLA) is a positional geometric isomers of the linoleic acid which has two conjugated double bonds. Nowadays, CLA is known as functional fatty acid due to its healthy properties such as anticarcinogenic, antibacterial, antiatherosclerotic activities. In this research frying oil enriched by 10, 20 and 30 percentage of CLA was used to produce potato chips. Frying process was conducted at $180^0$C for 1 hour/d in 5 consecutive days. At first, thirst and fifth days of frying, 50g of the frying oil was sampled to evaluate oil quality. The Quality was assessed by PV, fatty acids profile, TBA, color and conjugated diene indices. During frying, peroxide value was decreased whereas TBA, b factor in color and conjugated dienes content were increased. In terms of CLA content, in oils with 10, 20 and 30% CLA, reduction of about 15,11 and 11% in CLA content was observed, respectively.

Keywords: Conjugated Linoleic Acid, Frying Oil, Oil Quality