

## مقایسه کارایی انواع بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده در حذف کلسترول کره

محسن وظیفه دوست<sup>\*۱</sup>

۱- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۱۵)

### چکیده

کره یکی از فرآورده های لبنی مورد مصرف در کشور بوده که حاوی ویتامین های A، D و همچنین یک منبع با ارزش انرژی است. از طرفی مقدار کلسترول موجود در کره بسیار زیاد است و کلسترول عامل بسیاری از بیماری های قلبی و مرگ و میر ناشی از آن می باشد، به همین دلیل بعضی افراد از مصرف کره اجتناب می کنند. هدف از این مطالعه تولید کره با میزان کلسترول بسیار پایین است. بدین منظور کره با درصد های مختلفی (۵، ۱۰ و ۱۵) از بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با دو اسید آلی متفاوت (اسید آدیپیک و سیتریک) کلسترول زدایی گردید، سپس کلسترول باقیمانده در کره تیمار شده، اندازه گیری شد. همزمان آزمایشات حسی در مورد نمونه های کره تیمار شده نیز انجام گردید. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که نمونه کره تیمار شده با ۱۵ درصد بتاسیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک، به میزان ۹۲ درصد کلسترول کره را کاهش داد و همچنین مشخص شد کارایی بتاسیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک بیشتر از بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک بود. نتایج حسی نشان داد که بین طعم و بافت کره کلسترول زدایی شده و کره شاهد اختلاف معنی داری وجود نداشت، اما بین رنگ، بو و پذیرش کلی نمونه کره کلسترول زدایی شده با شاهد اختلاف معنی داری مشاهده شد ( $p < 0.05$ ). از نظر ویژگیهای حسی، نمونه کره کلسترول زدایی شده با ۱۵ درصد بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک بالاترین امتیاز را کسب نمود.

**کلید واژگان:** بتا سیکلو دکسترین، کلسترول، کره، کراس لینک، اسید آدیپیک، اسید سیتریک

\* مسئول مکاتبات: imi\_vazifedost@yahoo.com

## ۱- مقدمه

ین و تسای (۱۹۹۵) با استفاده از ۵ درصد بتا سیکلو دکسترین، حدود ۹۰ درصد کلسترول لارد را جداسازی کردند [۶] و همچنین آریافر و همکاران (۱۳۸۶) از بتا سیکلو دکسترین برای کاهش کلسترول روغن کره استفاده کردند و توانستند به میزان ۷۵ درصد کلسترول را کاهش دهند [۷] و ظهیر اقدم و زندی (۱۳۸۴) کلسترول پیه گاو را با استفاده از بتا سیکلو دکسترین به تنهایی تا میزان ۸۰ درصد و به همراه فرآیند های تصفیه تا میزان ۹۰ درصد جدا کردند [۸]. علاوه بر آن، بتا سیکلو دکسترین در کشورهای اروپایی در سطح تجارتي در مورد برخی مواد غذایی مثل شیر و چربی کوهان شتر به کار می رود [۹، ۱۰]، اما مقداری از این ترکیب در داخل ماده غذایی باقی می ماند و بازیافت نمیشود ضمن اینکه از بتا سیکلو دکسترین به دفعات مختلف نمی توان استفاده کرد به همین دلیل بعضی از دانشمندان استفاده از بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده را مورد استفاده قرار داده اند بعنوان مثال در مورد زرده تخم مرغ اینکار انجام شده است و بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده (دارای اتصالات عرضی) ۸۴ درصد ظرفیت جذبی خود را پس از ۱۲ بار استفاده در فرآیند کلسترول زدایی حفظ کرده بود [۶]. به روشهای مختلفی بتا سیکلو دکسترین را می توان کراس لینک نمود که از جمله میتوان به استفاده از اسیدهای آلی مختلف مثل اسید آدیپیک اشاره کرد [۱۱].

با توجه به اینکه اسید آدیپیک یک اسید گرانقیمت است و لذا هزینه تولید بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک، و متعاقباً هزینه کلسترول زدایی، بالا خواهد بود و از طرفی بخاطر افزایش راندمان کلسترول زدایی، مطالعه حاضر انجام شد. هدف از این مطالعه، مقایسه کارایی بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک و اسید سیتریک در حذف کلسترول کره می باشد.

## ۲- مواد و روش ها

## ۲-۱- مواد

مواد شیمیایی مورد نیاز شامل اسید آدیپیک، اسید سیتریک، دی سدیم فسفات، سود، اسید استیک،  $\alpha$ -کلستان، بتا سیکلو دکسترین و کلسترول مورد نیاز از شرکت مرک و کره از شرکت بینالود تهیه شد.

## ۲-۲- آماده سازی کره برای فرآوری

کره یکی از قدیمی ترین فرآورده های شیری می باشد که در نتیجه تغییر امولسیون خامه طی هم زدن بدست می آید و بخاطر طعم و مزه مطلوب مورد توجه مردم است، اما کره حاوی مقادیر بالایی از کلسترول است [۱]. هر ۱۰۰ گرم کره حدود ۲۵۰ میلی گرم کلسترول دارد. در عین حال که کره سرشار از ویتامین های A و D بوده و منبع خوبی برای دریافت انرژی می باشد و از طرفی حاوی اسید چرب لیئولیک کتوگه می باشد که برای قلب و عروق مناسب است ولی بخاطر کلسترول بالا بعضی افراد از آن ممکن است اجتناب کنند. یکی از راه های کاهش خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی، کاهش مصرف غذاهای حاوی کلسترول یا حذف کلسترول از چنین غذاهایی است. به همین دلیل، تحقیقات متعددی برای کاهش کلسترول مواد غذایی انجام گرفته و روش های گوناگونی در این خصوص ارائه شده است که برخی از آنها عبارتند از: تقطیر، استخراج با دی اکسید کربن، جذب سطحی با ساپونین و دیژتوین، حالت فوق بحرانی، استخراج با حلال های آلی، تجزیه کلسترول با کلسترول اکسیداز، استفاده از انیدرید های حلقوی و پلی بازها، و استفاده از انیدرید های حلقوی و پلی بازها [۲].

بیشتر این روش ها غیرانتخابی هستند؛ یعنی علاوه بر کلسترول، ترکیبات مغذی و معطر ماده غذایی را نیز کاهش می دهند. همچنین، هزینه سرمایه گذاری و عملیاتی زیادی در بردارند، غیر اقتصادی هستند و حتی در برخی موارد ایمنی ماده غذایی را به خطر می اندازند [۳]، اما استفاده از بتا سیکلودکسترین مشکلات ذکر شده را ندارد.

بتا سیکلو دکسترین یک الیگوساکارید حلقوی مرکب از هفت واحد گلوکز است که با پیوندهای آلفای ۴-۱ به هم متصل شده اند. در مرکز مولکول این ماده، حفره ای وجود دارد که می تواند با ترکیبات مختلف از جمله کلسترول تشکیل کمپلکس دهد [۴]. بعلاوه این ترکیب غیرهیگروسکوپیک از نظر شیمیایی، پایدار و به آسانی قابل جدا کردن است. همچنین این ترکیب غیر سمی است و قابل جذب در روده کوچک نبوده و در کولون بوسیله میکروفلورای موجود در کولون متابولیزه می شود و از سال ۱۹۹۸ در لیست GRAS (مواد غذایی ایمن شناخته شده) قرار گرفته است [۵]. بنابراین می تواند به عنوان یک ماده مناسب برای حذف کلسترول از مواد غذایی به کار رود.

برای اندازه گیری کلسترول، ابتدا کلسترول از نمونه های کره، مطابق روش آدامز و همکاران (۱۹۸۶) استخراج شد [۱۳]. بدین صورت که یک گرم از کره داخل یک لوله با درب پیچی ریخته و یک سی سی سی آلفا کلستان (1mg/ml) به آن اضافه شد. نمونه در دمای ۶۰ درجه به مدت ۳۰ دقیقه با ۵ سی سی از محلول هیدروکسید پتاسیم اتانولیک ۲ مولار صابونی شد. بعد از سرد کردن در دمای اتاق، کلسترول با ۵ سی سی هگزان استخراج شد و این فرآیند ۴ بار تکرار شد. لایه های هگزان به یک round bottomed flask منتقل شدند و تحت خلاء خشک گردیدند. عصاره مجدداً در ۱ سی سی از هگزان حل شد و در دمای منهای ۲۰ تا زمان تزریق به ستون GC نگهداری شد.

جهت انجام گازکروماتوگرافی جرمی از روش سون و همکاران (۲۰۰۹) استفاده گردید. بدینصورت که از یک ستون GC (HP-5, 30m × 0.32mmid × 0.25 μm) مجهز به دتکتور flame-ionization که دمای اینجکتور و دتکتور ۱۷۰ و ۳۰۰ درجه سلسیوس بود، استفاده گردید. درجه حرارت از ۲۰۰ به ۳۰۰ درجه سلسیوس با سرعت ۱۰ درجه سلسیوس در دقیقه برنامه ریزی شد و سپس برای ۲۰ دقیقه ثابت نگه داشته شد. از گاز نیتروژن با سرعت جریان ۲ سی سی در دقیقه استفاده گردید. حجم نمونه تزریق شده ۲ میکرولیتر با نسبت ریزش ۱:۵۰ بود [۴].

درصد کاهش کلسترول به شکل ذیل محاسبه شد: میزان کلسترول موجود در کره های تیمار شده بر میزان کلسترول موجود در شاهد تقسیم شده و نتیجه در عدد ۱۰۰ ضرب گردید و سپس از عدد ۱۰۰ کم شد.

## ۲-۶- روش ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی کره های کلسترول زدایی شده با بتا سیکلودکستین کراس لینک شده با اسید سیتریک و اسید آدیپیک و مشخص کردن نمونه های برتر از روش هدونیک ۵ نقطه ای (امتیاز ۱ خیلی بد و امتیاز ۵ خیلی خوب) استفاده شد و طبق روش محمدی ثانی و همکاران (۱۳۸۵) عمل ارزیابی حسی انجام گرفت [۱۴].

## ۲-۷- روش آماری

طرح آماری بکار رفته کاملاً تصادفی فاکتوریل بود و از نرم افزار SPSS برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده گردید و برای ویژگیهای حسی آزمون Post Hoc و جهت مقایسه

ابتدا کره را ذوب و به دمای ۳۵ درجه رسانده شد، سپس به نسبت ۱:۱ با آب مقطر مخلوط و با غلظت های مختلف (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) از دو نوع بتا سیکلودکستین کراس لینک شده (با اسید سیتریک و اسید آدیپیک) مخلوط گردید و روی دستگاه شیکر مجهز به هیتر تحت دمای ۳۵ درجه سلسیوس به مدت ۸ ساعت مخلوط و همزده شد و سپس با کمک سانتریفیوژ (دور ۱۰۰۰ و زمان ۱۵ دقیقه)، سوپر ناتانت استخراج و تحت آزمایشهای لازم قرار گرفت.

## ۲-۳- روش کراس لینک کردن بتا سیکلو

### دکستین با اسید آدیپیک

برای این منظور ۱۰۰ گرم بتا سیکلودکستین را با ۸۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط کرده و در دمای محیط با یک همزن شروع به آهستگی شروع به همزدن کرده و این کار را به مدت ۲ ساعت ادامه می دهیم. سپس ۵ گرم اسید آدیپیک اضافه شده و pH بوسیله NaOH یک نرمال روی عدد ۱۰ تنظیم می شود. محلول بتا سیکلودکستین در دمای اتاق برای مدت ۹۰ دقیقه همزده شده و سپس با اسید استیک روی pH مساوی با ۵ تنظیم می شود. مخلوط را از کاغذ صافی واتمن ۲ عبور می دهیم و ۳ بار با ۱۵۰ میلی لیتر آب مقطر شستشو می دهیم. بتا سیکلو دکستین کراس لینک شده در دمای ۶۰ درجه داخل یک آون در مدت زمان ۲۰ ساعت خشک گردید و سپس از مش ۱۰۰ عبور داده شد [۱۱].

## ۲-۴- روش کراس لینک کردن بتا سیکلو

### دکستین با اسید سیتریک

جهت تولید بتا سیکلودکستین کراس لینک شده با اسید سیتریک از روش کاسپرژیک و همکاران (۲۰۱۰) استفاده شد. اسید سیتریک (CTR)، بتا سیکلودکستین (CD) و  $Na_2HPO_4$  با نسبت مولی به ترتیب ۶:۱:۲ مخلوط شده و در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲۰ دقیقه حرارت دیدند. سپس محصول تولید شده ساییده گردید و در آب مقطر خیسانده و سپس سانتریفیوژ شد. این کار چند بار تکرار شد بطوری که سوپر ناتانت عاری از مواد واکنش نداده شود. پس از آن محصول بدست آمده در دمای ۶۰ درجه خشک و سپس پودر شد و از غربال با مش ۱۰۰ عبور داده شد [۱۲].

## ۲-۵- روش استخراج و اندازه گیری کلسترول

میانگین داده ها، روش دانکن بکار گرفته شد و نمودار ها با نرم افزار EXCEL رسم شدند.

### ۳- نتایج و بحث

میزان کلسترول باقیمانده در نمونه های کره تیمار شده با دستگاه GCMS اندازه گیری شد که نمونه هایی از پیک های بدست آمده از دستگاه ، مربوط به کره تیمار شده با بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک با غلظت ۱۵ درصد (شکل ۱) و با بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک با غلظت ۵ درصد (شکل ۲) در ذیل مشاهده می گردد.

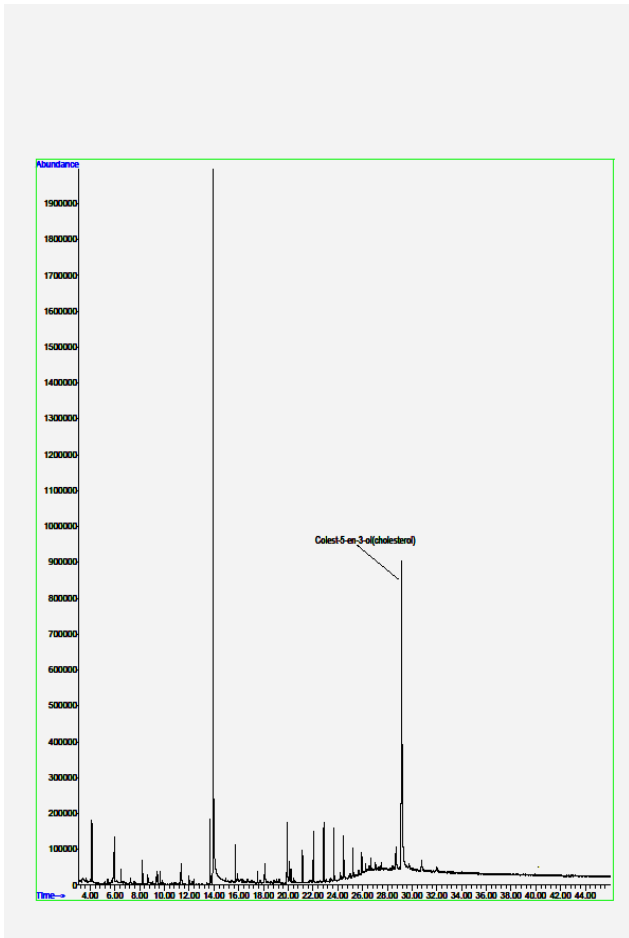


Fig 2 the courier obtained from the GCMS device for the sample treated with 5% beta-cyclodextrin cross-linked by adipic acid

### ۳-۱- تاثیر تیمار های مختلف بتاسیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک بر میزان کلسترول کره

طبق نمودار شماره ۱ میزان کاهش کلسترول با افزایش غلظت بتاسیکلودکسترین افزایش یافته است. همانطور که مشاهده می گردد بین شاهد و سایر تیمار ها اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود داشت. کمترین میزان کلسترول مربوط به نمونه تیمار شده با ۱۵ درصد بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک با مقدار ۱۹/۶ میلی گرم می باشد که در مقایسه با شاهد حدود ۹۲ درصد در میزان کلسترول کاهش بوجود آمده است. با افزایش غلظت بتاسیکلودکسترین ، کاهش بیشتری در میزان کلسترول کره بوجود آمده است. با توجه به اینکه هر چه تعداد ملکولهای بتا سیکلو دکسترین بیشتر باشد تعداد ملکولهای بیشتری از کلسترول را بخود باند می کند لذا انتظار داریم کلسترول کره به میزان بیشتری کاهش یابد. که با

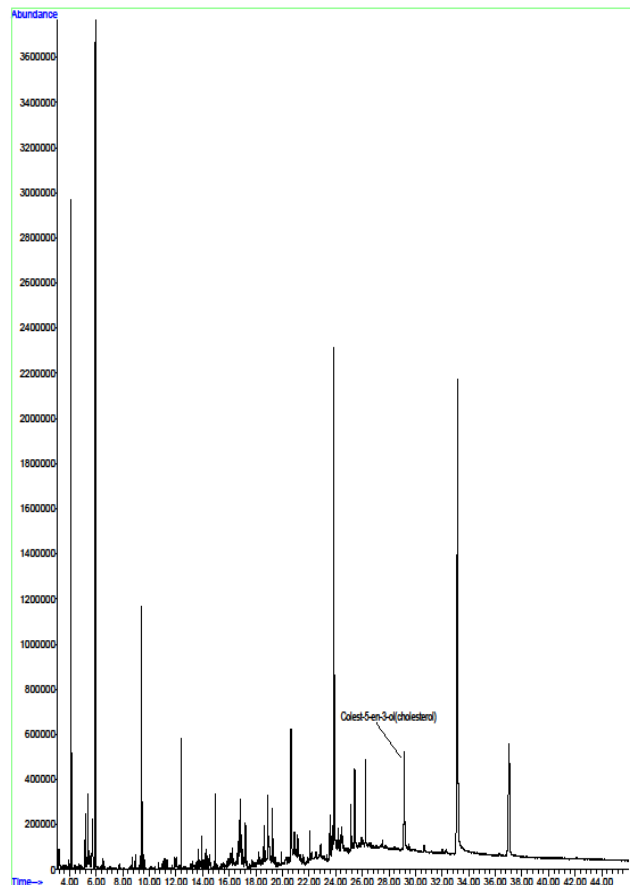


Fig 1 the courier obtained from the GCMS device for the sample treated with 15% beta-cyclodextrin cross-linked by citric acid

سیکلودکسترین حدود ۹۰ درصد کلسترول حذف می گردد [۶].

این مسأله توسط سایر محققان نیز به اثبات رسیده است. از آن جا که مولکول بتا سیکلو دکسترین یک اولیگو ساکارید با هفت مولکول واحد قندی است که به نحوی آرایش یافته اند که می توانند مولکول های خاصی از جمله کلسترول را در خود جای دهند. مهمترین ویژگی های بتا سیکلودکسترین قابلیت دربرگیری کمپلکس های جامد (کمپلکس های میزبان) با طیف وسیعی از ترکیبات جامد-مایع و گاز بصورت کمپلکس می باشد. در این نوع کمپلکس ها مولکول هدف به وسیله حفره مولکول های بتا سیکلودکسترین محصور می شود و تشکیل کمپلکس با جفت شدن مولکول هدف درون حفره بتا سیکلو دکسترین شکل می گیرد [۱۷]. بعلاوه حفره داخلی غیر قطبی و خاصیت آبگریزی دارد و با وجود این حفره بتا سیکلودکسترین قادر است مولکول های آب گریز را در خود جای دهد. کلسترول از جمله چربیهای است که قادر است درون حفره جای گرفته و به همراه بتاسیکلودکسترین خارج شود. در عوض جداره خارجی مولکول خاصیت آب دوستی دارد و میتواند با مولکول های آب دوست از جمله خود بتاسیکلودکسترین تشکیل کمپلکس داده و سبب جلوگیری از جای دادن مولکول کلسترول درون حفره ها گردد. لذا وجود بتاسیکلودکسترین اضافی شانس جذب مولکول های کلسترول را کاهش می دهد [۱۵].

همچنین Mihan و همکاران سال ۲۰۰۵ به نتیجه مشابهی دست یافتند بطوریکه با افزودن غلظت های ۱ تا ۲۰ درصد از بتا سیکلو دکسترین به خامه توانستند حدود ۹۰/۷ درصد از کلسترول خامه را کاهش دهند و نتایج بدست آمده در مطابقت با مطالعه Jung و همکاران در سال ۲۰۰۵ و Kim و همکاران در سال ۲۰۰۶ می باشد [۱۹, ۱۸, ۱۱].

نتیجه آریافر و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت دارد [۷] و همچنین آهن و واک (۱۹۹۹) اعلام کردند که با افزایش غلظت بتا سیکلو دکسترین میزان کاهش کلسترول خامه بیشتر می شود [۱۵] و رودبرگ و همکاران در سال ۱۹۹۳ نیز به نتیجه مشابهی دست یافتند [۱۶]. البته لازم به ذکر است که استفاده از بتاسیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک برای اولین بار است که در جهان و توسط این مطالعه جهت کلسترول زدایی از کره بکار گرفته شده است.

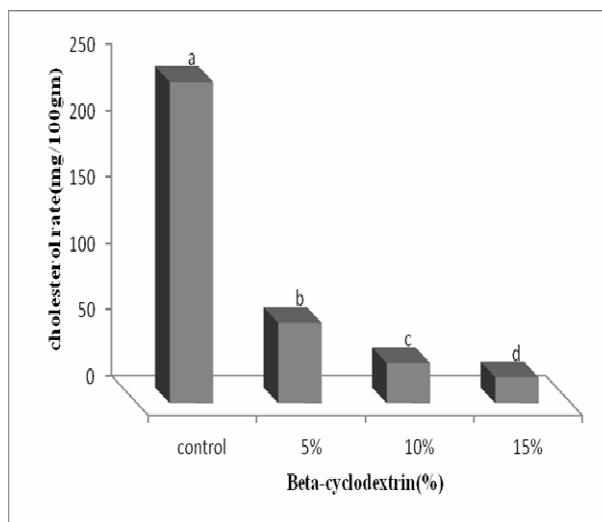
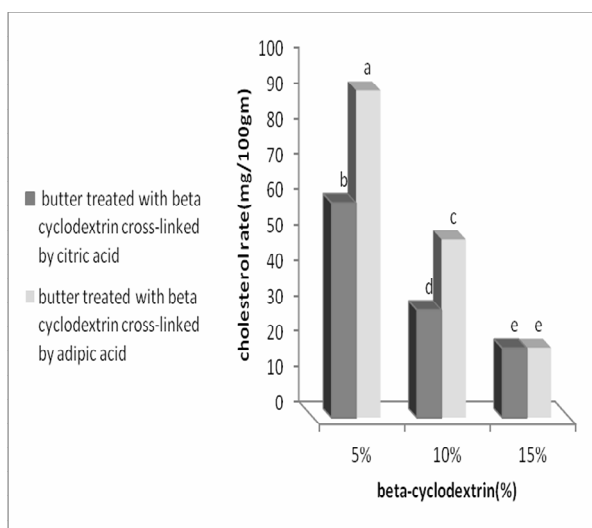


Chart 1 the amount of cholesterol remaining in the butter treated by beta-cyclodextrin cross-linked with citric acid

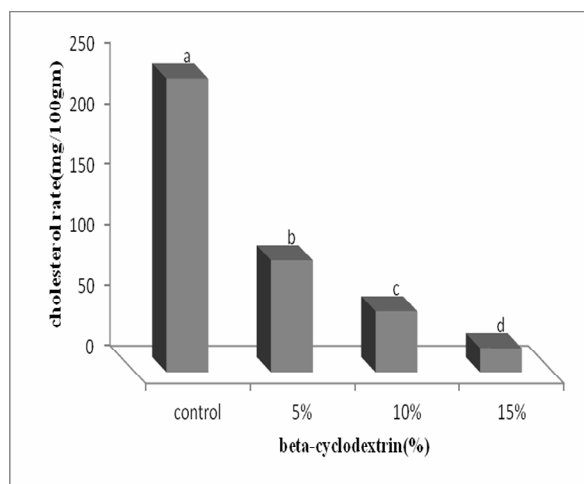
### ۳-۲- تاثیر بتاسیکلودکسترین کراس لینک شده

#### با اسید آدیپیک بر میزان کلسترول کره

همانطور که در نمودار شماره ۲ ملاحظه می گردد، با افزایش غلظت بتا سیکلودکسترین میزان کاهش کلسترول در کره بطور معنی داری کاهش یافته است و اختلاف معنی داری بین نمونه کره تیمار شده با ۱۵ درصد بتا سیکلو دکسترین با سایر تیمارها و از جمله شاهد در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود داشت. بیشترین میزان کاهش مربوط به غلظت ۱۵ درصد بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک با میزان ۱۹/۷۵ میلی گرم که در مقایسه با شاهد، کاهش معادل ۹۱/۸ درصد کلسترول بدست آمد. در مطالعه ای که ین و تسای سال ۱۹۹۵ بر روی برداشت کلسترول از پیه خوک انجام دادند هم به همین نتیجه رسیدند و اعلام کردند که همبستگی شدیدی بین غلظت بتاسیکلودکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک و میزان کاهش کلسترول وجود دارد بطوریکه در غلظت ۱۰ درصد بتا



**Chart 3** Comparison of efficiency of two methods of cholesterol reduction



**Chart 2** the amount of cholesterol remaining in the butter treated by beta-cyclodextrin cross-linked with adipic acid

### ۳-۴- ارزیابی حسی کره

نتایج بدست آمده حاکی از آن بود که بین طعم و بافت کره کلسترول زدایی شده با بتاسیکلودکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک و اسید سیتریک با شاهد اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود ندارد. همچنین با توجه به مطالعات انجام گرفته توسط آریافر و همکاران در سال ۱۳۸۶ هیچگونه تفاوت معنی داری بین بافت کره کلسترول زدایی شده با بتا سیکلو دکسترین و کره شاهد در زمان تولید و در حین نگهداری آنها مشاهده نگردید که علت بیان شده عدم اختلاف معنی دار ترکیب اسیدهای چرب نمونه شاهد و نمونه تیمار شده ذکر گردیده است [۷] و مطالعه صورت گرفته توسط سیف هاشمی و تفنگ سازان (۲۰۱۱) نیز بر روی کلسترول زدایی از روغن کره هیچگونه اختلاف معنی داری را از نظر فیزیکی (بافت) بین شاهد و تیمارها نشان نداد [۲۰] که مطالعه حاضر با نتایج بدست آمده از مطالعات فوق همخوانی دارد اما بین رنگ، بو و پذیرش کلی کره کلسترول زدایی شده و کره شاهد اختلاف معنی داری وجود داشت ( $p < 0/05$ ).

### ۳-۵- ارزیابی حسی رنگ کره کلسترول زدایی

شده با بتاسیکلو دکسترین کراس لینک شده با

### اسید آدیپیک و سیتریک

همانطور که در نمودار شماره ۴ مشاهده می گردد، بیشترین امتیاز رنگ مربوط به نمونه F و کمترین امتیاز رنگ مربوط به نمونه های A و شاهد است و اختلاف معنی داری بین نمونه F

### ۳-۳- مقایسه تاثیر بین کلسترول زدایی بوسیله بتاسیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک و اسید سیتریک

همانطور که در نمودار شماره ۳ ملاحظه می گردد بین میزان کاهش کلسترول نمونه های کره با استفاده از غلظت های ۵ و ۱۰ درصد بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک و اسید سیتریک اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ملاحظه می گردد. اما بین میزان کاهش کلسترول نمونه های کره با استفاده از غلظت ۱۵ درصد بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک و اسید سیتریک اختلاف معنی دار نیست. بیشترین میزان کاهش کلسترول در نمونه کره کلسترول زدایی شده با غلظت ۱۵٪ بتاسیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک و با میزان کلسترول زدایی حدود ۹۲ درصد و کمترین میزان کاهش در نمونه کره کلسترول زدایی شده با غلظت ۵ درصد بتا سیکلودکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک با حدود ۶۲ درصد ملاحظه می گردد.

و نمونه های A، B، E، D و شاهد وجود دارد ( $p < 0.05$ ). همچنین بین تیمار های B، C و E، B و E و D اختلاف معنی داری وجود ندارد. یکی از دلایل احتمالی که باعث کاهش امتیاز رنگ کره کلسترول زدایی شده با بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک در مقایسه با اسید آدیپیک می توان ذکر کرد احتمالاً تاثیر جانبی کمپلکس ایجاد شده بر رنگ کره باشد.

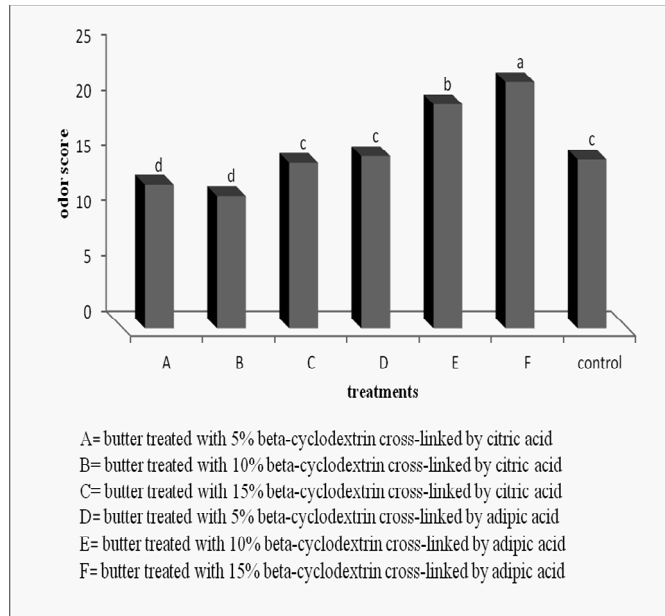


Chart 5 sensory evaluation of butter smell

### ۳-۷- ارزیابی حسی پذیرش کلی کره کلسترول زدایی شده با بتاسیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک و سیتریک

طبق نمودار شماره ۶ اختلاف معنی داری بین پذیرش کلی نمونه F با سایر نمونه ها و شاهد در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده می گردد. در نمونه های تیمار شده با بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک یک ارتباط مستقیمی بین میزان افزایش غلظت بتا سیکلو دکسترین و افزایش امتیاز ویژگی پذیرش کلی مشاهده میشود (نمونه های D، E و F). بالاترین امتیاز پذیرش کلی متعلق به نمونه F و کمترین امتیاز متعلق به نمونه B می باشد. با توجه به اینکه امتیازات رنگ و بوی نمونه F بالاتر از سایر نمونه ها بود لذا انتظار داریم که نمره پذیرش کلی بالاتری نسبت به سایر نمونه ها داشته باشد.

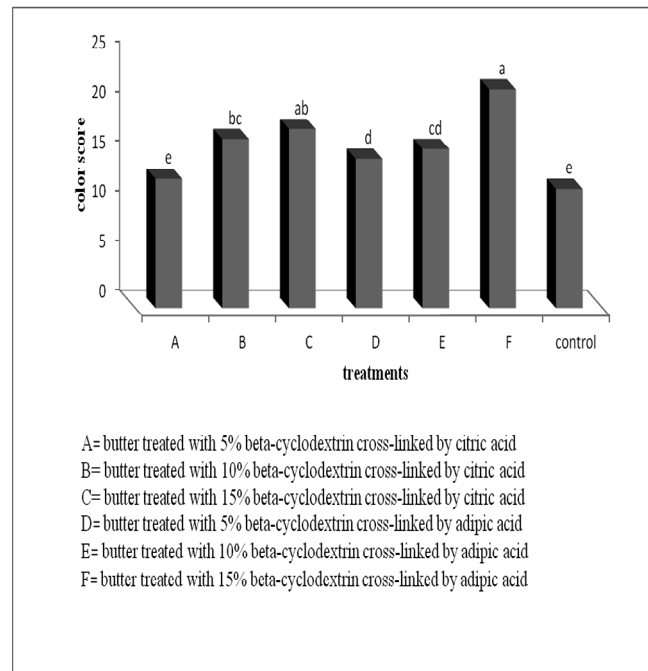


Chart 4 sensory evaluation of butter color

### ۳-۶- ارزیابی حسی بوی کره کلسترول زدایی شده با بتاسیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک و سیتریک

همانطور که در نمودار شماره ۵ مشاهده می گردد، بین تیمار های F و سایر تیمار ها اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود دارد. اما بین تیمار های A، B و بین تیمار های C، D و شاهد اختلاف معنی داری دیده نمی شود. بیشترین امتیاز بوی کره مربوط به نمونه F و بعد از آن E و کمترین امتیاز بوی کره بترتیب مربوط به تیمار B و A می باشد. از جمله دلایل کاهش امتیاز بوی نمونه های کره تیمار شده با بتاسیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک در مقایسه با اسید آدیپیک می توان احتمالاً به تاثیر منفی کمپلکس بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک بر چربی و اسید های چرب کره اشاره کرد.

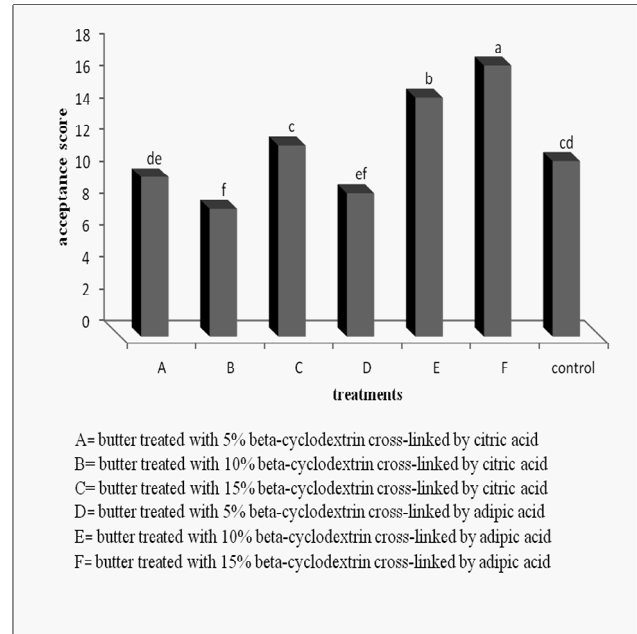
سیتریک حدود ۹۲ درصد و در نمونه کره تیمار شده با ۱۵ درصد بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک ۹۱/۸ درصد و لذا حدود ۰/۲ درصد میزان کاهش کلسترول توسط بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک بیشتر از اسید آدیپیک بود. همچنین نتایج حسی نشان داد که بین طعم و بافت کره کلسترول زدایی شده و کره شاهد اختلاف معنی داری وجود ندارد اما بین رنگ، بو و پذیرش کلی نمونه کره کلسترول زدایی شده با شاهد اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده شد و از نظر ویژگیهای حسی نمونه کره کلسترول زدایی شده با ۱۵ درصد بتا سیکلودکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک بالاترین امتیاز را کسب نمود.

## ۵- تشکر و قدردانی

بدین وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور که حمایت های لازم را از طرح پژوهشی با عنوان "مقایسه کارایی انواع بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده در حذف کلسترول کره" بعمل آورده و مقاله حاضر از آن استخراج شده است، قدردانی و تشکر می گردد.

## ۶- منابع

- [1] Taghvaie, Z. Taslimi, A. and Mazloumi, M.T. 2006. survey the production of low cholesterol cheese by sunflower oil. journal of food science and technology, 3(1). 1-11.
- [2] Heshmati, E. 2009. Reducing of cholesterol of butter oil by Soy lecithin. Journal of nutrition and food science, 4(3), 75-80.
- [3] Kodali, D.R. 2001. Removal of sterols from fats and oils. US Patent 6,303,803.
- [4] Seon, k.h., ahn, j. and kwak, h.s. 2009. The accelerated ripening of cholesterol-reduced Cheddar cheese by crosslinked  $\beta$ -cyclodextrin. Journal of Dairy Science, 92, 49-57.
- [5] Yamamoto, S. Kurihara, H. Mutoh, T. Xing, X. and Onno, H. 2005. Cholesterol recovery from inclusion complex of beta-cyclodextrin and cholesterol by aeration at elevated temperatures. Biochemical Engineering Journal, 22(3), 197-205.
- [6] Yen, G.C. and Tsa, i L.G. 1995. Cholesterol removal from a lard - water mixture with  $\beta$  -



Chat 6 Sensory evaluation of the general acceptance of butter

## ۴- نتیجه گیری

کره یکی از فرآورده های لبنی مورد مصرف در کشور است و بخاطر طعم و مزه مطلوب مورد توجه مردم است. اما مقدار کلسترول موجود در آن بسیار زیاد است. در عین حال که کره سرشار از ویتامین های A و D بوده و منبع خوبی برای دریافت انرژی می باشد و از طرفی حاوی اسید چرب لینوئیک کنژوگه می باشد که برای قلب و عروق مناسب است ولی بخاطر کلسترول بالا بعضی افراد از آن ممکن است اجتناب کنند. به همین دلیل در این تحقیق سعی شد با استفاده از دو نوع بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک و روش با هم مقایسه و نمونه های مختلف کره تولید شده مورد ارزیابی حسی قرار گیرند. نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر نشان دهنده آن بود که اختلاف معنی داری بین نمونه های کره تیمار شده با غلظت های ۵ و ۱۰ درصد بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک نسبت به بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید آدیپیک بود ( $p < 0.05$ ) و هر چند که اختلاف معنی داری بین غلظت های ۱۵ درصد بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید سیتریک و آدیپیک وجود نداشت اما میزان کاهش کلسترول در نمونه کره تیمار شده با ۱۵ درصد بتا سیکلو دکسترین کراس لینک شده با اسید



- cholesterol in meats. *J. Assoc. Anal. Chem.* 69,844-846.
- [14] Sany, A., Ehsani, M., Asadi, M.M. 2006. Survey of metabolites of *Shermanii* propionibacterium on sensory properties and shelf-life from cheese Iran. *Journal of research and manufacturing*, 70.
- [15] Ahn, J. and Kwak, H.S. 1999. Optimizing cholesterol removal in cream using  $\beta$ -cyclodextrin and response methodology. *Journal of Food Science*, 64 (4), 629-632.
- [16] Roderbourg, H. Dalemans, D. and Bouhon, R. 1993. Process for reducing the cholesterol and free fatty acids in an animal fat. *US Patent* .5, 232, 725.
- [17] Martin, E.M. 2004. Cyclodextrins and their uses: a review. *Process Biochemistry*, 39, 1033-1046.
- [18] Jung, T.H. Kim, J.J. Yu, S.H. Ahn J and Kwak, H.S. 2005. Properties of Cholesterol-reduced Butter and Effect of Gamma Linolenic Acid Added Butter on Blood Cholesterol. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 18(11), 1646-1654.
- [19] Kim, J.J. Jung, T.H. Ahn, J. and Kwak, H.S. 2006. Properties of cholesterol-reduced butter made with  $\beta$ -cyclodextrin and added evening primrose oil and phytosterols. *Journal of Dairy Science*, 89, 4503-4510.
- [20] Seif Hashemi, C. and Tofangsazan, F. 2011. Method of industrial producing of free cholesterol -butter oil, twentieth national congress of food science and technology, Tehran.
- cyclodextrin. *Journal of Food Science*, 60, 561 – 564.
- [7] Aryafar, M. and Zandi, P. 2007. Production of low cholesterol butter with  $\beta$ -cyclodextrin. *Journal of nutrition and food science*, 2(3), 23-32.
- [8] Zahir Agdam, H. and Zandi, P. 2006. Effects of purification and treatment by  $\beta$ -cyclodextrin on the rate of cholesterol reduction of beef tallow, 1(1), 1-6.
- [9] Elsanhoty, M.R. Elgohery, S.S. and Badr, F.H. 2011. Cholesterol reduction in camel hump fat using  $\beta$ -cyclodextrin. 6, 183-189.
- [10] Lee, D. K., J. Ahn, and H. S. Kwak. 1999. Cholesterol removal from homogenized milk with  $\beta$ -cyclodextrin. *Journal of Dairy Science*, 82, 2327-2330.
- [11] Mihan, E. Kim, S.H. Ahn, J. and Kwak, H.S. 2007. Optimizing cholesterol removal from cream using  $\beta$ -cyclodextrin cross-linked with adipic acid. *International Journal of Dairy Technology*, 60 (1), 31-36.
- [12] Kasprzyk, W. Bednarz, S. and Bogdal, D. 2010. Sorption properties of  $\beta$ -cyclodextrin—citric acid derivatives. 14<sup>th</sup> International Electronic Conference on Synthetic organic chemistry (Ecsoc-14) <http://www.sciforum.net> & <http://www.usc.es/congresos/ecsos1-30>.
- [13] Adams, M. L. Sullivan, D.M. Smith, R.L. and Richer, E.F. 1986. Evaluation of direct saponification method in determination of

## Comparing the performance of the different types of cross-linked beta-cyclodextrin in removing the cholesterol from butter

Vazifedost, M. <sup>1\*</sup>

1. department of food science and technology, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

(Received: 2016/06/10 Accepted: 2016/09/05)

Butter is one of the dairy products consumed in Iran that contains vitamins A, D, and also, it is a valuable source of energy. On the one hand, the amount of cholesterol is very high in butter and cholesterol causes many coronary heart diseases and the deaths as a result of it, so, some people avoid the consumption of butter. This study aimed to produce the butter with very low cholesterol. To this end, the cholesterol of the butter was removed by different percent (5, 10 and 15) of cross-linked beta-cyclodextrin with two different organic acid (adipic acid and citric), then, the residual cholesterol in treated butter was measured. Simultaneously, the sensory analysis was performed on treated butter samples. The results show that the butter sample treated by 15 percent of cross-linked beta-cyclodextrin with citric acid reduces 92 percent of cholesterol in butter and also, it was found that the performance of cross-linked beta-cyclodextrin with acid citric is more than the performance of cross-linked beta-cyclodextrin with adipic acid. The results of sensory experiments show that there no significant differences between the taste and texture of the treated butter and control butter but there are significant differences between the color, odor and overall acceptability of the treated butter and control butter ( $p < 0.05$ ). In terms of sensory properties, the butter treated by 15 percent of cross-linked beta-cyclodextrin with adipic acid obtained the highest score.

**Key words:** Beta-cyclodextrin, Butter, Cross-linked, Adipic acid, Citric acid

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: imi\_vazifedost@yahoo.com