(مقاله پژوهشی)

ارزیابی امکان تولید پنیر سفید کم کلسترول بااستفاده از بتاسیکلودکسترین

معصومه ملک‌یار[۱]، لیلا روفه‌گری‌نژاد[۲*]، آیناز علیزاده[۲]، رقیه اشرفی یورقانلو[۳]

۱-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم وصنایع غذایی، واحد سراب، دانشگاه آزاد اسلامی سراب، سراب، ایران.
۲-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز ، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۳-گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فنی حرفه‌ای ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۱/۱۹

چکیده

پنیر سفید حاوی مقدار زیادی چربی اشباع شده و کلسترول می‌باشد که از جنبه تغذیه‌ای نامطلوب می‌باشد. در همین راستا هدف این پژوهش، کاهش کلسترول پنیر سفید آب نمکی توسط بتاسیکلودکسترین(β.CD) و تعیین ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی محصول تولیدی بود. خامه تحت فرآیند کلسترول زدایی با مقدار ۱۰ درصدβ.CD در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و هم زدن با سرعت ۸۰۰ دور در دقیقه به مدت ۰/۵ ساعت در مقیاس آزمایشگاهی قرار گرفت و سپس با اضافه شدن به شیر پس چرخ، عمل تهیه نمونه‌های آزمایشگاهی انجام شد. نتایج اندازه گیری میزان کلسترول نشان داد که تیمار با β.CD توانست ۶۳ درصد محتوای کلسترول پنیرها را کاهش دهد. در طی نگهداری پنیر، نمونه‌های تیمار شده باβ.CD از نظر pH، اسیدیته، درصد ازت محلول به ازت کل و لیپولیز با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند. افزودنβ.CD منجر به کاهش سختی و صمغیت و افزایش پیوستگی پنیر تیمار شده نسبت به پنیر شاهد گردید ولی بر آدامسی بودن و الاستیسیته پنیر تاثیر معنی‌داری نداشت. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد کهβ.CD در عین حال که منجر به کاهش کلسترول و بهبود بافت پنیر می‌گردد، تاثیر قابل توجهی بر خواص حسی محصول نهایی نسبت به نمونه شاهد ندارد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده استفاده ازβ.CD برای کاهش کلسترول از پنیر سفید آب نمکی مناسب تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی:بتاسیکلودکسترین، پنیر سفید، کاهش کلسترول، ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی

* مسئول مکاتبات:L.roufegari@iaut.ac

۱- مقدمه

پنیر فرآورده حاصل از شیر با درصدهای مختلف چربی می‌باشد که به دنبال لخته‌شدن در نتیجه عمل آنزیم کیموزین و خارج شدن قسمت آبکی منعقد نشده تولید می‌شود. به‌دلیل داشتن محتوای رطوبت پایین قابلیت نگهداری بیشتری نسبت به شیر داشته و به دلیل وجود مقادیر زیادی از املاح معدنی نظیر کلسیم و فسفات، همچنین داشتن میزان پروتئین بالا و برخی از اسیدهای آمینه ضروری ارزش تغذیه‌ای قابل توجهی دارد(۲۳). پنیرهای سفید از دسته پنیرهای آب نمکی هستند که اساساً نرم بوده و در آب نمک دوره رسیدن را طی کرده و نگهداری می‌شوند. پنیر سفید آب نمکی دارای ساختار متراکمی است که خصوصیات اصلی طعم آن ترشی و شوری بوده و کلسترول آن بالا است (۷). این نوع پنیرها از شیر گاو، گوسفند، بز و یا مخلوطی از آن ها تهیه می‌شوند. بر اساس آمار و اطلاعات فدراسیون بین المللی لبنیات[1] در سال ۲۰۱۳ کشور ایران با تولید ۲۶۸ هزار تن پنیر سفید آب نمکی، ۱/۳۶ درصد از کل تولید جهانی پنیر را دارا بوده است. پنیر سفید آب نمکی یکی از مهمترین اقلام عادات غذایی در ایران بوده و مصرف سرانه آن ۴/۹کیلوگرم درسال ۲۰۱۳ گزارش شده است(۸). یکی از مشکلات تغذیه‌ای درجوامع صنعتی، بالا بودن کلسترول دریافتی از منابع غذایی می‌باشد که به افزایش کلسترول خون و شیوع بیماری‌های قلبی عروقی می‌انجامد. سازمان بهداشت جهانی پیش بینی نموده است که تا سال ۲۰۳۰ میلادی بیماری قلبی عروقی عامل مهم مرگ و میر خواهد بود و ۲۳/۶ میلیون نفر را در دنیا تحت تأثیر قرار خواهد داد(۱۰). افزایش آمار مبتلایان به بیماری‌های قلبی عروقی که یکی از دلایل آن رژیم غذایی پرچرب و سطح بالای کلسترول خون می‌باشد باعث شده گرایش به مصرف غذاهای کم چرب با کلسترول پایین افزایش یابد(۹). فرآورده‌های شیری مقادیر قابل توجهی چربی اشباع و کلسترول دارند. به طور مثال هر ۱۰۰ میلی لیتر شیر کامل محتوی ۴- ۳/۵ گرم چربی است که ۳/۵ -۲/۲ گرم آن اشباع شده می‌باشد و حدود ۳۴-۳۳ میلی‌گرم کلسترول دارد. در بین فرآورده‌های شیری، متوسط مصرف پنیر در کشور بالاتر می‌باشد، از طرفی میزان چربی در انواع پنیرها بین ۲۰ تا۳۰ درصد است که بسته به مقدار چربی پنیرها، کلسترول آن ها بین صفر تا ۱۰۰ میلی گرم درصد گرم متفاوت است.در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای کاهش مقدار کلسترول در محصولات غذایی صورت گرفته است، که در بین این روش‌ها کاربرد بتاسیکلودکسترین(β.CD) گستردگی بالایی داشته و نتایج مطلوب‌تری از این روش حاصل گردیده است(۱۱). β.CD یک الیگوساکارید حلقوی متشکل از ۷ واحد گلوکز است. بخش خارجی مولکول آب دوست بوده و وجود یک حفره مرکزی آب گریز باعث می‌شود که این مولکول توانایی ترکیب با ترکیبات غیر قطبی و تشکیل کمپلکس بویژه با کلسترول را داشته باشد. بررسی ساختمان شیمیایی کمپلکسβ.CD و کلسترول نشان داده است که نسبت مولیβ.CD به کلسترول برابر ۳ است یعنی یک مولکول‌کلسترول توسط ۳ مولکولβ.CD احاطه می‌شود(۱۸).کواکو همکاران (۲۰۰۲) کاهش کلسترول توسطβ.CD با غلظت ۱۰ درصد را در پنیر چدار و تغییرات ایجاد شده در عطر و طعم، اسیدهای چرب واسید آمینه‌های تلخ پنیرهای کم کلسترول را مورد بررسی قرار دادند. نتایج کاهش کلسترول تا میزان ۹۲/۱ درصد را نشان داد و پنیرهای کم کلسترول در طی رسیدگی دارای میزان اسیدهای آمینه تلخ تری نسبت به گروه کنترل بودند و شاخص‌های حسی این نوع پنیرها با گذشت زمان در مقایسه با گروه کنترل بیشتر دستخوش تغییر نامطلوب گردید. این محققان نتیجه گرفتند که پنیرهای عمل آوری شده باβ.CD دوره رسیدگی سریع‌تری دارند و توصیه نمودند که زمان مصرف این نوع پنیرها باید کوتاه‌تر باشد (۱۳).تواناییβ.CD در حذف ۹۵/۲ و ۹۴ درصد از محتوای کلسترول به ترتیب در شیر

1- International Dairy Federation (IDF)

هموژنیزه (۱۷) و خامه قنادی (۲۱) نیز گزارش شده است.به منظور توجیه‌پذیری اقتصادی و استفاده بیشتر از بتاسیکلودکسترین، تثبیت آن بر روی ماتریس‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته به طوری‌که موفقیت در کاهش کلسترول شیر با این روش (۱۵) و کلسترول زدایی از زرده تخم مرغ با تثبیتβ.CD روی کیتوزان (۹) گزارش شده است. با توجه به مطالب بیان شده در این پژوهش امکان سنجی تولید پنیر سفید آب نمکی با محتوای کلسترول پایین توسط β.CD ارزیابی شده و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی پنیرهای کم کلسترول مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

شیر خام از کارخانه لبنیات هنر، واقع در شهرستان سراب (آذربایجان‌شرقی) خریداری شد که مشخصات آن در جدول۱نشان داده شده است. مایه پنیر (رنت) از نوع قارچی مربوط به موکور میهی تحت نام تجاری فروماز[1] متعلق به شرکتDSM استرالیا وβ.CD مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک-آلمان تهیه شد. سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایش‌ها شامل سود، اسیدسولفوریک، اتانول، نیترات نقره، کرومات پتاسیم، اسید بوریک، متیل اورانژ و غیره نیز از شرکت مرک آلمان و سیگمای آمریکا تهیه شدند.

جدول ۱- مشخصات شیر مورد استفاده برای تهیه نمونه‌های آزمایشی

ویژگی‌های شیر	مقدار
پروتئین (٪)	۳/۱±۰/۰۵
ماده خشک بدون چربی (٪)	۷/۹±۰/۰۷
چربی (٪)	۳/٤±۰/۰۳
دانسیته(گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۰۲۸
نقطه انجماد(C^o)	۰/۵۳۰
بار میکروبی کل(cfu/ml)	$۱۰^٦$

1-Fromase

۲-۲- نحوه تهیه نمونه‌های پنیر

جهت تهیه نمونه پنیر سفید آب نمکی شاهد (حاوی کلسترول بالا)، چربی شیرگاو تا رسیدن به چربی ۳/۵ درصد چربی استاندارد شد. در ادامه تحت دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد پاستوریزه و سپس در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد اضافه کردن مایه پنیر انجام گرفت. بعد از تشکیل دلمه، عمل برش افقی و عمودی توسط چاقوی مخصوص استریل در ابعاد ۱ سانتی متر انجام شد. بعد از خروج آب از پنیر، لخته‌ها به داخل پارچه‌های مخصوص وارد شده و به مدت ۲ ساعت تحت پرس قرار گرفتند. بعد از این مدت، در ابعاد ۲۰ × ۲۰ سانتی متر برش خورده و به مدت ۲۴ ساعت در آب نمک ۲۰ درصد قرار داده شده و در ادامه به آب نمک ۱۲ درصد منتقل شدند.در خصوص نمونه‌ای که کاهش کلسترول در آن انجام گرفتβ.CD به مقدار ۱۰درصد به خامه ۴۰ درصد اضافه شده و با هم‌زن عمل اختلاط در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به طور کامل انجام گرفت. سپس خامه داخل فالکون ریخته شده و در سانتریفیوژ (هتیچ[1] مدل EBA21 ، ساخت آلمان) تحت ۱۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید و قسمت رویی که فاقد کلسترول بود جهت اضافه کردن به شیر پس چرخ تا رسیدن به چربی ۳/۵ درصد استفاده شد(۲۰). ما بقی مراحل تولید مشابه با پنیر شاهد انجام گرفت. نمونه‌های شاهد و تیمار شده در سه تکرار تهیه شدند ودر روز تولید و پس از ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۲-۳- آزمایشات

۲-۳-۱- ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و حسی

ماده خشک پنیر از طریق خشک کردن در آون بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳ (۲)، میزان چربی پنیر با استفاده از روش ژربر (سانتریفوژ ژربر[2]، ساخت آلمان) بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۶۰۲(۴)،pH توسط دستگاه pH متر (نیک[3]، ساخت آلمان) و اسیدیته بر حسب اسید دورنیک بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ (۳)تعیین شد. میزان ازت کل و ازت محلول در pH=۴/۶ نمونه‌های پنیر با استفاده از روش میکروکلدال (ژرهارد[4]، ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ازت محلول، نمونه های ۳۰ گرمی از پنیرهای مورد بررسی با آب مقطر همگن وpH نمونه‌ها با استفاده از اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم ۲ نرمال، در pH=۴/۶ تنظیم شد. پس از گرمخانه‌گذاری در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه، باسانتریفوژ کردن قسمت رویی جدا شد و میزان ازت با روش کلدال تعیین شد. برای اندازه‌گیری شدت لیپولیزنمونه‌های پنیر (۱۰ گرم) با ۶ گرم سولفات سدیم بدون آب کاملاً خرد و با ۶۰ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر با همزن مغناطیسی کاملاً مخلوط شدند و سپس با کاغذ واتمن شماره ۴۲ صاف شدند. رسوب باقی مانده روی کاغذ صافی دوباره با ۲۰ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر شسته شد. محلول زیر صافی با محلول هیدروکسید پتاسیم اتانولی ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل‌فتالئین تیتر گردید. بعد از تیتراسیون حلال در زیر هود تبخیر شد. چربی باقی‌مانده توزین و مقدار کل اسیدهای چربی در پنیر با واحد میلی‌اکی والان در هر ۱۰۰ گرم چربی گزارش شد (۱). ارزیابی حسی بر اساس مقبولیت در طعم و بو، رنگ و بافت پنیرهای کم‌چرب با استفاده از ۳۰ نفر ارزیاب آموزش ندیده طبق مقیاس رتبه‌دهی هدونیک پنج نقطه‌ای (۱= غیر قابل قبول، ۲= نسبتا رضایت بخش، ۳= متوسط، ۴= خوب، ۵=عالی) انجام و نتیجه نهایی به صورت پذیرش کلی گزارش شد (۵). ارزیابی ویژگی‌های مکانیکی بافتی با استفاده از دستگاه تحلیل‌گر بافت(TA-XT، ساخت انگلستان) و با آزمون پروفایل بافت، انجام شد. نمونه‌های پنیر یک ساعت قبل از آزمایش از یخچال خارج شد و در قطعات ۱۵×۱۵×۱۵میلی‌متری برش داده شدند و در دمای محیط قرار گرفتند. اولین و دومین فشار مربوط به اولین و دومین

1-Hettich
2-Funk Gerber
3-Knick
4-Gerhardet

مرحله گاز زدن می‌باشد. نمونه دو بار توسط پروب فشارنده فشرده شد و شاخص‌های مختلفی مانند سختی، پیوستگی، الاستیسیته، صمغیت و آدامسی از روی منحنی به‌دست آمده از دستگاه تعیین شد(۱۲).

۲-۳-۲- اندازه گیری کلسترول

آماده سازی و اندازه گیری کلسترول با استفاده از روش استاندارد ملی ایران (شماره۱۱۸۷۷) انجام شد. بدین صورت که به منظور صابونی کردن ابتدا یک میلی لیتر محلول استاندارد داخلی ۵ آلفا کلستان و ۱۰ میلی‌لیتر معرف صابونی کننده هیدروکسید پتاسیم ۲ مول در لیتر به ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه اضافه شد و عمل صابونی شدن به مدت یک ساعت در حمام آب‌گرم با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. سپس استخراج ترکیبات غیر قابل صابونی توسط قیف جدا کننده و ترکیب دی اتیل اتر و آب (نسبت ۱ به ۲) طی سه مرحله انجام شد محلول ازمون به دست آمده جهت تجزیه کمی به دستگاه گاز کروماتوگرافی(YL6100، ساخت کره) تزریق گردید. ستون مورد استفاده از نوع موئینه (تکنوکروما[1]–TRB-Sterol، ساخت ایتالیا) به طول۳۰ متر، قطر۰/۲۲ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۲ میکرون با آشکار ساز شعله‌ای بود. دمای آون ۲۸۵ درجه سانتی‌گراد، دمای تزریق و دتکتور ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شده بود. سرعت جریان گاز حامل هلیم ۳۰ و هوا ۳۰۰ میلی لیتر در دقیقه و میزان تزریق ۱ میکرولیتر بود(۶).

۲-۴- روش تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از نرم افزارMinitab 16 استفاده شد. تمامی آزمون‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین با آزمون توکی در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد. ویژگی‌های شیمیایی شامل درصد چربی، ماده خشک، و کاهش کلسترول در روز تولید، ویژگی‌های حسی در انتهای روز ۳۰ ام و لیپولیز و ویژگی‌های بافتی در روز تولید، روز ۱۵ و روز ۳۰ در سه تکرار انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثرβ.CD بر ویژگی‌های شیمیایی پنیر

۳-۱-۱- چربی و ماده خشک

درصد ماده خشک پنیر سفید تحت تاثیرβ.CD بوده ($p<۰/۰۵$) و مقدار آن از ۴۰/۲۱ درصد در نمونه شاهد به ۳۸/۰۴ درصد در نمونه تیمار شده باβ.CD کاهش یافت. در خصوص درصد چربی نیز مشاهده شد که تیمار پنیر سفید باβ.CD توانست به طور معنی‌داری میزان چربی را از ۱۸/۳۰ درصد در نمونه شاهد به ۱۶/۶۰ درصد در نمونه تیمارشده کاهش دهد (جدول ۲). پایین بودن میزان چربی در نمونه تهیه شده باβ.CD را می‌توان به این صورت توجیه کرد که چون در نمونه تیمار شده، خامه به شیر پس چرخ اضافه شد با وجود همزدن، امکان پخش شدن یکنواخت چربی در شیر پس چرخ و رسیدن به وضعیتی مشابه با حالت شاهد میسر نگردید؛ بنابراین امکان دارد تفاوت در میزان چربی و به طبع آن تفاوت در ماده خشک، در نتیجه غیر یکنواخت بودن نمونه تیمار شده باشد. همچنین در هنگام سانتریفیوژ کردنβ.CD به طور کامل جداسازی نشد، این امر به خودی خود نیز باعث کاهش ماده خشک در پنیر تیمار شده می‌شود؛ زیرا قسمت خارجیβ.CD آب دوست است و می‌تواند با مقداری آب موجود در شیر ارتباط برقرار کرده و در نتیجه میزان رطوبت پنیر را افزایش دهد که این مقدار رطوبت در حین آب گیری پنیر از بین نرفته و داخل پنیر باقی می‌ماند. تغییر خاصیت آبگیری پروتئین‌ها تحت تأثیر رطوبت، درجه حرارت نگهداری و غلظت نمک، خود عاملی برای افزایش یا کاهش درصد ماده خشک و چربی در پنیر می‌باشد(۱).

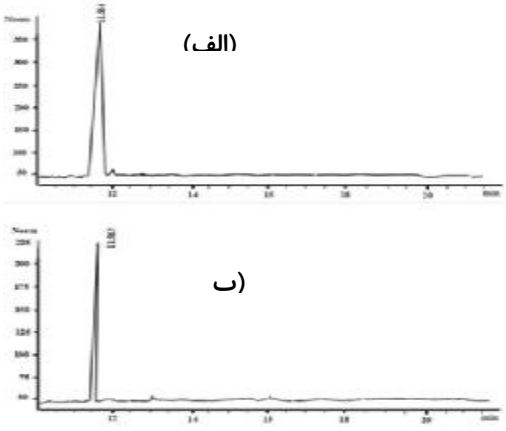
1-Teknokroma

۳-۱-۲- میزان کلسترول

بررسی مقادیر به دست آمده برای درصد کاهش کلسترول موجود در محصول نشان داد که افزودنβ.CD در تهیه پنیر سفید می‌تواند به طور چشمگیری باعث کاهش میزان کلسترول محصول شود به طوری که قادر است تا ۶۳ درصد کلسترول موجود در پنیر سفید را کاهش دهد (جدول ۲). شکل۱ کروماتوگرام به دست آمده برای پنیر شاهد و تیمارشده باβ.CD حاصل از دستگاه کروماتوگرافی گازی را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود مساحت زیر پیک که معرف مقدار کلسترول موجود در نمونه‌های پنیر است، در نمونه تحت تیمار بطور قابل توجهی نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است. مهم‌ترین ویژگی‌هایβ.CD قابلیت دربرگیری کمپلکس‌های جامد(کمپلکس‌های میزبان) با طیف وسیعی از ترکیبات جامد-مایع وگاز به صورت کمپلکس می‌باشد. در این نوع کمپلکس‌ها مولکول میهمان به وسیله حفره مولکول‌های میزبان(β.CD) محصور می‌شود. تشکیل کمپلکس با جفت شدن مولکول مهمان درون حفره کمپلکس میزبان شکل می‌گیرد(۱۸). حفره داخلیβ.CD غیرقطبی و خاصیت آب گریزی دارد، بنابراین این حفره قادر است مولکول‌های آب گریز را در خود جای دهد، کلسترول از جمله چربی‌هایی است که قادر است درون حفره جای گرفته و به همراهβ.CD خارج شود. درعوض جداره خارجی مولکول خاصیت آب دوستی دارد و می‌تواند با مولکول‌های آب دوست از جمله خود β.CD تشکیل کمپلکس داده و سبب جلوگیری از جای دادن مولکول کلسترول درون حفره‌ها گردد. لذا وجود β.CD اضافیشان جذب مولکول‌های کلسترول راکاهش می‌دهد(۱۴).کواکو همکاران (۲۰۰۲) اثرβ.CD بر میزان حذف کلسترول و تغییرات ایجاد شده درعطروطعم، اسیدهای چرب و اسیدآمینه‌های تلخ ایجاد شده درپنیرچدار را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدندکهβ.CD تأثیر معنی‌داری در کاهش کلسترول در نمونه پنیر داشت (۱۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌ها برای بررسی تاثیر تیمارها بر روی ویژگی‌های شیمیایی

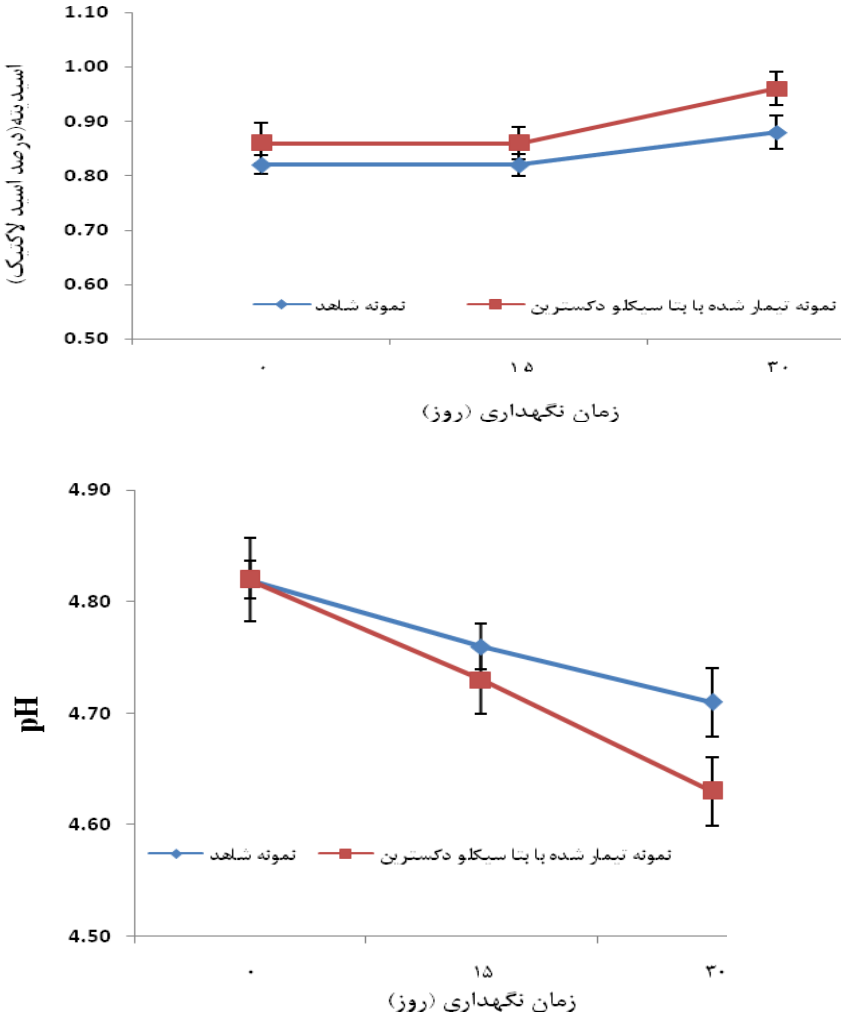
نمونه‌ها	چربی (٪)	ماده خشک (٪)	درصد کاهش کلسترول
نمونه شاهد	۱۸/۳۰± ۰/۷۲ [a]	٤٠/٢١± ٠/٨٥ [a]	-
نمونه تیمار شده با بتاسیکلودکسترین	١٦/٦٠± ٠/٤٦ [b]	٣٨/٠٤± ٠/٥٢ [b]	٦٣/٠٠± ٤/٥٨



شکل ۱- کروماتوگرام اندازه گیری کلسترول در الف) پنیر شاهد و ب) پنیر تیمارشده (پیک ظاهر شده در زمان ۱۱/۵۸ دقیقه به کلسترول متعلق است)

۳-۱-۳- تغییرات اسیدیته وpH

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد و نمونه پنیر تیمار شده باβ.CD از نظر میزان pH و اسیدیته وجود نداشت، در صورتیکه تاثیر زمان نگهداری (۳۰ روزه) معنی‌دار بود($p<۰/۰۵$). مقایسه میانگین‌های مربوط به داده‌های pH در شکل ۲ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، در نمونه شاهد با گذشت زمان pH اندازه‌گیری شده به صورت معنی‌داری کاهش یافته است($p<۰/۰۵$) و از مقدار ۴/۸۳ به ۴/۷۲ در انتهای ۳۰ روز رسیده است. این روند در نمونه حاویβ.CD نیز مشاهده شد و مقدارpH بعد از ۳۰ روز به ۴/۶۴ رسید. روند تغییرات اسیدیته طی دوره نگهداری منطبق با تغییراتpH و معنی‌دار بود (شکل ۲). در نمونه تیمار شده باβ.CD روند افزایشی اسیدیته در مدت ۳۰ روز بیش‌تر از نمونه شاهد بوده و از مقدار ۰/۷۸ به ۰/۸۶ در روز ۱۵ ام و ۰/۹۶ در روز ۳۰ ام رسیده است. بنابراین طبق نتایج مشخص شد که مقادیر میانگینpH در طول دوره رسیدن کاهش و اسیدیته قابل تیتراسیون افزایش یافته است که این روند با نتایج گزارش شده توسطکواکوکونر (۲۰۰۶) در مورد pH و اسیدیته پنیر کاشار در طول دوره رسیدن مطابقت داشت (۱۶).



شکل ۲- مقایسه میانگین تغییرات اسیدیته (بالا) وpH (پایین)نمونه‌های پنیر شاهد و تیمار شده با β.CD

مقادیر اسیدیته قابل تیتراسیون وpH پنیر، به سبب تأثیر آن ها بر رشد میکروارگانیسم‌ها و فعالیت آنزیمی در طول مرحله رسیدن پنیر و همچنین خصوصیات رئولوژیک و عطر و طعم پنیر، اهمیت زیادی دارندβ.CD با خاصیت الیگوساکاریدی خود و به سبب دارا بودن پیوندهای گلیکوزیدی، قدرت ایجاد پیوند با باندهای هیدروکسیلی و کربونیلی را دارا بوده و به همین خاطر تاثیر آن در طی نگهداری در فرمولاسیون تولید به تحریک اسیدیته و افزایش لیپولیز و کاهشpH سبب می گردد(۱۳و۱۹).

۳-۲- مقایسه لیپولیز و پروتئولیز نمونه‌های پنیر

جدول۳ داده‌های مربوط به مقایسه میانگین لیپولیز و پروتئولیز اندازه‌گیری شده در نمونه‌های پنیر سفید را نشان می‌دهد. همان گونه که مشخص است گذشت زمان بر تغییرات لیپولیز نمونه شاهد تاثیر معنی‌داری نداشته است ولی در نمونه حاویβ.CD افزایش زمان نگهداری باعث افزایش معنی‌دار لیپولیز پنیر شده است (p<۰/۰۵).مقایسه دو تیمار در هر زمان نشان داد که لیپولیز ایجاد شده در نمونه‌ها در روز تولید و ۱۵ام با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه ای نداشته است اما افزایش مقدار لیپولیز در نمونه پنیر سفید تیمارشده با β.CD نسبت به نمونه شاهد در روز ۳۰ ام نگهداری، بسیار بیشتر بوده است. بررسی تاثیر افزودنβ.CD در تولید پنیر سفید بر روی میزان درصد ازت محلول اندازه‌گیری شده نسبت به ازت کل (پروتئولیز) نیز نشان داد که با افزایش زمان ماندگاری این پارامتر به صورت معنی‌دار افزایش پیدا کرد به طوری‌که در نمونه شاهد از ۱۲/۵۳ در روز تولید به ۲۶/۷۰ در روز ۳۰ ام و در نمونه تیمار شده باβ.CD از ۱۱/۹۰ در روز تولید به ۳۴/۴۰ رسیده است. همچنین مقایسه دو تیمار با یکدیگر نشان داد که در روز تولید میزان ازت محلول به ازت کل در دو نمونه متفاوت نبود(p>۰/۰۵) ولی با افزایش زمان ماندگاری افزایش این فاکتور در پنیر سفید حاویβ.CD نسبت به نمونه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود.

لیپولیز یک واکنش بیوشیمیایی مهم است که در طی رسیدگی پنیر انجام می‌گیرد. این واکنش سبب تولید ترکیبات فعالی می‌شود که در تشکیل آرومای پنیر مهم می‌باشد(۱۰) .لیپولیز در شیر به دلیل آنزیم‌های لیپولیتیک که یا به صورت طبیعی در شیر وجود دارد و یا توسط فلور میکروبی تولید می‌شود، انجام می‌گیرد. این فرایند سبب هیدرولیز باندهای استری بین اسید چرب و گلیسرول می‌شود و تولید اسید چرب آزاد و مونوگلیسیرید می کند. اسیدهای چرب آزاد شده، ماده اولیه واکنش‌های کاتابولیسمی می‌باشد که سبب تولید ترکیبات معطر و موثر در طعم از جمله متیل کتون، لاکتون، آلکان‌ها و... می‌گردند(۱۰).همانطور که اشاره شد لیپولیز در نمونه‌های تیمار حاویβ.CD در طول زمان افزایش یافته است، مقدار ازت محلول تنها اطلاعاتی را درباره شدت پروتئولیز اولیه نشان می‌دهد و جزئیات مربوط به ترکیب ازت محلول را در اختیار نمی‌گذارد. بنابراین ممکن است مقدار کلی ازت محلول در پنیرهای مختلف مشابه باشد، ولی عطر و طعم متنوعی در آن‌ها ایجاد شود. مقدار بالای شاخص رسیدن در روزهای ابتدایی رسیدن به باقی ماندن زیاد پروتئین‌های آب پنیر در دلمه ارتباط دارد. این پروتئین‌ها درpH=۴/۶ محلول در آب هستند و از آن جایی که همه پروتئین‌های آب پنیر نسبت به تجزیه توسط همه پروتئازها مقاوم هستند لذا افزایش شاخص رسیدن و ازت محلول در pH= ۴/۶ مربوط به هیدرولیز کازئین‌ها خواهد بود. مقدار ازت محلول طی دوره رسیدن به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد(۲۲). با توجه به تحقیقاتزیسو و شاه(۲۰۰۵) که بیان کردند پروتئولیز بیشتری در پنیر با رطوبت بالاتر اتفاق می‌افتد (۲۴)، پس می‌توان نتیجه گرفت بالا بودن پروتئولیز و لیپولیز در پنیر تیمار شده نسبت به پنیر شاهد به این علت است که در هنگام سانتریفیوژ کردن، بتاسیکلو دکسترینبه طور کامل جداسازی نشده و مقداریβ.CD در خامه باقی می‌ماند؛ و چون به خاطردارا بودن پیوندهای گلیکوزیدی در قسمت بیرونی خود آب دوست می‌باشدمی‌تواند با آب موجود

در شیر پیوند بر قرار کرده و در نتیجه میزان رطوبت پنیر را افزایش دهد. محتوای رطوبتی بالاتر دسترسی به آنزیم‌های پروتئولیتیک را افزایش داده و نتیجه آن تسریع پروتئولیز می‌باشد. پروتئولیز در تغییرات بافتی شبکه پنیر در جهت شکستن شبکه پروتئین، کاهش فعالیت آبی و افزایشpH شرکت دارد (۱).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌ها برای بررسی تاثیر تیمار با سیکلودکسترین و زمان بر لیپولیز و پروتئولیز

زمان		روز تولید	روز ۱۵	روز ۳۰
نمونه شاهد	میزان لیپولیز	۲۱/۰۶± ۰/۶۶^{Aa}	۲۱/۱۸± ۰/۴۰ ^{Aa}	۲۲/۴۱± ۰/۸۸^{Aa}
نمونه تیمار شده با بتا سیکلو دکسترین		۲۰/۷۸± ۰/۲۵ ^{Aa}	۲۱/۲۲± ۰/۶۶ ^{Aa}	۳۰/۲۱±۱/۷۵^{Bb}
نمونه شاهد	به کل ازت محلول	۱۲/۵۳± ۰/۷۳^{Aa}	۱۷/۸۳± ۰/۷۵^{Ba}	۲۶/۷۱±۱/۸۳^{Ca}
نمونه تیمار شده با بتا سیکلو دکسترین		۱۱/۹± ۰/۹۱^{Aa}	۱۹/۸۳± ۰/۵۰^{Bb}	۳۴/۴۳± ۰/۸۸^{Db}

حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در بین تیمارها در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

حروف بزرگ بسته به زمان و حروف کوچک بسته به تیمار می‌باشد.

نتایج حاصل سه تکرار آزمایش می‌باشد.

۳-۳- ویژگی‌های بافتی پنیر

۳-۳-۱- ویژگی‌های بافتی

سختی بافت در نمونه شاهد در طول مدت نگهداری تغییر معنی‌داری پیدا نکرد ($p>0/05$) ولی در نمونه تیمار شده با β.CD روند نزولی نشان داد به طوری که از ۱۶۹ نیوتن در روز تولید به ۹۱/۳۳ نیوتن در روز ۳۰ ام رسید. با مقایسه میزان سختی بافت نمونه پنیر شاهد و نمونه تحت تیمارβ.CD در زمان ثابت، می‌توان گفت استفاده ازβ.CD در تهیه پنیر سفید باعث کاهش سختی پنیر می‌شود و این اختلاف با گذشت زمان نگهداری نمونه‌های پنیر بیشتر شده است (جدول ۳). ارتباط بین کاهش سختی بافت پنیر با افزودنβ.CD را می‌توان به افزایش رطوبت در نتیجه داشتن پیوندهای گلیکوزیدی در قسمت بیرونی و قدرت ایجاد پیوند با باندهای هیدروکسیلی و کربونیلی مربوط دانست، به طوری که پنیرهایی با رطوبت نسبتاً کم مانند پنیر چدار سختی بیشتری از خود نشان داده‌اند. علاوه بر این، تغییر سختی طی مدت نگهداری را می‌توان به کاهشpH و وقوع واکنش پروتئولیز مربوط دانست(۲۰). بین بافت پنیر با pH همبستگی مثبتی وجود دارد به طوری که کاهش pH باعث کاهش نیروی لازم جهت فشرده شدن بافت می‌گردد. پیوستگی نمونه‌های شاهد تحت کنترل مدت نگهداری نبوده و مقادیر اندازه‌گیری شده برابر ۰/۴۵-۰/۴۳ بودند، ولی در نمونه تیمار شده باβ.CD این میزان پیوستگی با افزایش مدت نگهداری افزایش معنی‌داری پیدا کرد ($p<0/05$) و در روز ۳۰ام به حداکثر مقدار خود (۰/۵۷) رسید. پیوستگی بیانگر مقدار تغییر شکلی است که در یک نمونه هنگام فشرده شدن توسط دندان‌های آسیاب، قبل از پارگی روی می‌دهد و به شدت پیوندهای داخلی ساختار محصول بستگی دارد(۱۲). ضعف پیوندهای داخلی در ساختار پنیرهای با رطوبت بیشتر و دارای بافت نرمتر، باعث می‌گردد پنیر در برابر فشار وارده توسط دستگاه سنجش بافت به آسانی و به صورت غیر قابل برگشت تغییرشکل دهد ولیβ.CD به دلیل خاصیت هیگروسکوپیکی خود با جذب رطوبت مانع از این پدیده می‌گردد(۲۴). مقدار صمغیت به طور قابل توجهی در نمونه شاهد بیشتر از پنیر سفید تیمار شده با β.CD بود (جدول ۳). روند کاهشی صمغیت در نمونه

تیمار شده با β.CD مشاهده شد به طوری که مقدار آن در روز ۳۰ ام به با کاهش قابل ملاحظه از ۴۴/۱۲ به ۲۶/۶۹ رسید. صمغیت تحت تاثیر میزان چربی و سختی می‌باشدو به دلیل پایین بودنچربی و سختی پنیر تیمار شده (دلایلی که پیشتر ذکر شد)، میزان صمغیت نیز کاهش یافت. علاوه بر چربی، مقدار رطوبت، مواد جامد و نسبتی پنیر و تئینو رطوبت نیز از دیگر عوامل تعیین کننده مقدار پارامترهای مکانیکی بافت هستند(۱۲). مقدار آدامسی بودن نمونه تیمار شده باβ.CD در در روز تولید و ۱۵ ام به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه شاهد بود اما این تفاوت در روز ۳۰ ام معکوس شده و برای شاهد و تیمار به ترتیب برابر ۰/۴۱ و ۰/۳۳ اندازه گیری شد. باکاهش مقدار چربی، حالت آدامسی کاهش می‌یابد. مشابه موارد ذکر شده در مورد صمغیت، مقدار رطوبت زیاد و چربی کم نمونه‌های پنیر با کلسترول کاهش یافته، منجر به ضعف پیکره و پیوندهای سازنده ساختارآن‌ها شده و این نمونه‌ها با صرف نیروی کمتری خرد می‌شوند. نتایج ویژگی الاستیسیته بافت پنیر نیز نشان داد که در پنیر سفید شاهد و پنیر تیمار شده با گذر زمان میزان فنریت کاهش یافته است ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). در همه روزهای مورد نظر مقدار فنریت نمونه تیمار شده(۸/۲۱mm–۷/۹۵) کمتر از نمونه شاهد (۸/۷۱mm–۸/۴۸) بود ولی این تفاوت از نظر آماری قابل صرف نظر کردن است.

۳-٤- خواص حسی پنیر

مقبولیت نهایی یک محصول وابستگی مستقیم به ویژگی‌های حسی آن محصول دارد. نتایج آنالیز واریانس ویژگی‌های حسی (طعم، عطر و بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی) پنیرهای سفید تولیدی نشان داد که افزودنβ.CD به پنیر سفید تاثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی نداشت و تنها بر پذیرش کلی محصول در سطح اطمینان ۹۵ درصد مؤثر بود. همان طور که در شکل۳ مشاهده می‌شود امتیاز دریافت شده توسط نمونه شاهد در مورد فاکتورهای عطر و بو، رنگ، طعم و بافت بیشتر از نمونه تیمارشده باβ.CD بود ولی این تفاوت معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).از نظر پذیرش کلی دو نمونه پنیر سفید تولید شده، نمونه شاهد با کسب امتیاز ۴/۰۷ در مقایسه با نمونه تیمار شده با β.CD با امتیاز ۳/۶۷ از طرف ارزیاب‌ها بیشتر ترجیح داده شده و به عنوان بهترین نمونه انتخاب شد. از طرفی نمونه تحت تیمار امتیاز بالاتر از حد متوسط دریافت کرد، بنابراین علاوه بر تاثیر مثبتβ.CD در کاهش کلسترول، نمونه حاوی آن از نظر حسی نیز قابل قبول بود. علت بالا بودن امتیاز پنیر شاهد نسبت به پنیر تیمارشده را می‌توان پایین بودن میزان ماده خشک و چربی در پنیر تیمارشده دانست، زیرا چربی تأثیر مهمی در ویژگی‌های حسی محصول از نظر عطر، رنگ و بافت دارد.

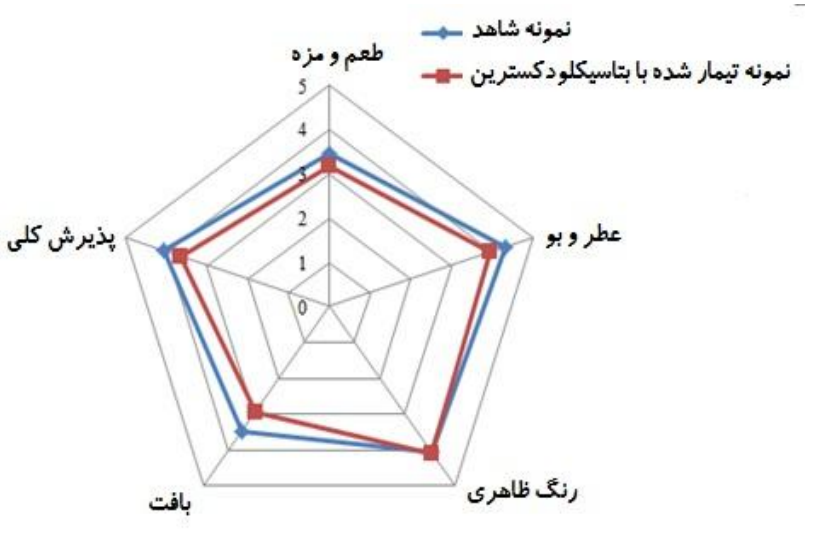
جدول ۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های بافتی برای نمونه شاهد و نمونه تیمار شده باβ.CD طی ۳۰ روز نگهداری

		زمان نگهداری		
		۱ (روز تولید)	۱۵	۳۰
سختی (N)	شاهد	۲۰۸/۳۳± ۸/۳۳ Aa	۲۱۷/۳۳± ٤/۰٤ Aa	۲۰٦/٦۷± ۷/۷۷ Aa
پیوستگی	تیمار	۱٦۹/۰۰± ۵/۵۷ Ab	۱۷۲/۳۳± ٤/۱٦ Ab	۹۱/۳۳± ۲/۵۲ Bb
	شاهد	۰/٤٤± ۰/۰٤ Aa	۰/٤۳± ۰/۰۵ Aa	۰/٤۵± ۰/۰٤ Ab
الاستیسیته (mm)	تیمار	۰/۳۲± ۰/۰۳ Bb	۰/٤۲± ۰/۰۵ Ba	۰/۵۷± ۰/۰۵ Aa
	شاهد	۸/۷۱± ۰/۳۵ Aa	۸/٦٤± ۰/۳۵ Aa	۸/٤۸± ۰/۳۸ Aa
	تیمار	۸/۲۱± ۰/۱۸ Aa	۷/۹۸± ۰/۱۲ Ab	۷/۹۵± ۰/۱۹ Aa
صمغیت(N)	شاهد	۷٦/۳۸± ۱/۵۲ Aa	۷۳/۱۰± ٤/۳۸ Aa	۷۰/٤۱± ۰/۸۷ Aa
	تیمار	٤٤/۱۲± ۲/۷۸ Ab	٤٦/٤۱± ۱/۵۵ Ab	۲٦/٦۹± ۰/۵۳ Bb
قابلیت جویدن	شاهد	۰/٤۰± ۰/۰۲ Ab	۰/٤۰± ۰/۰۲ Ab	۰/٤۱± ۰/۰۳ Aa
	تیمار	۰/۵۹± ۰/۰۳ Aa	۰/۵۵± ۰/۰٤ Aa	۰/۳۳± ۰/۰٤ Ba

*حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در بین تیمارها در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

حروف بزرگ بسته به زمان و حروف کوچک بسته به تیمار می‌باشد.

نتایج حاصل سه تکرار آزمایش می‌باشد.



شکل ۳- نمودار عنکبوتی ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر شاهد و تیمار شده باβ.CD

٤- نتیجه‌گیری

در این پژوهش اثر افزودنβ.CD بر خواص فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی پنیر سفید آب نمکی در مقایسه با نمونه کنترل در روز تولید و طی نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استفاده ازβ.CD، علاوه بر کاهش میزان کلسترول تا ۶۳ درصد اولیه، منجر به ایجاد تغییرات معنی‌داری در محتوای ماده خشک، چربی،pH، اسیدیته و لیپولیز نمونه‌های پنیر نیز گردید. افزودنβ.CD ویژگی های بافتی پنیر را تحت تاثیر قرار داد به‌طوری‌که نمونه‌های پنیر با کلسترول کاهش یافته سختی پایین‌تر و پیوستگی بیشتری نسبت به نمونه‌های شاهد داشتند. در طی رسیدن پنیر،β.CD تاثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی پنیر نسبت به نمونه شاهد نداشت و تنها بر پذیرش کلی محصول موثر بود که منجر به کاهش آن گردید. در مجموع با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، استفاده ازβ.CD برای کاهش کلسترول پنیر سفید آب نمکی قابل توصیه می‌باشد.

٥- منابع

۱. فتحی اچاچلویی، ب.، حصاری، ج. و آزادمرد دمیرچی، ص. ۱۳۹٤. خصوصیات فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های حسی و شاخص پروتئولیز پنیر تولیدی با استفاده از جایگزینی چربی شیر با روغن فندق، نشریه *فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، شماره اول، ۹۰- ۷۷.

۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۱. اندازه گیری ماده خشک. استاندارد ملی ایران، شماره۱۷۵۳.

۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۵. شیر و فرآورده‌های آن، تعیین اسیدیته و pH. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۵۲.

٤. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۷. چربی شیر بدون آب: تعیین ترکیب استرولی با استفاده از کروماتوگرافی گاز-مایع، شماره ۱۱۸۷۷.

٥. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۳. محصولات پنبر و پنیر فرآوری شده - اندازه گیری میزان چربی. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۷٦۰۲.

٦. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹٥. پنیر رسیده، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره۱-۲۳٤٤.

7. Alizadeh, M., Hamedi, M. and Khosroshahi,A. 2006. Modeling of proteolysis and lipolysis in Iranian white brine cheese. *Food Chemistry*, 97(2):294-301.
8. Anonymous. 2013. Bulletion of the International Dairy Federation 446. World dairy situation.
9. Chiu, S.H., Chung, T.W., Giridihar, R. and Wu, W.T. 2004. Immobilization of β-cyclodextrin in chitosan beads for seperation of cholesterol from egg yolk. *Food Research International*, 37(3):217-223.
10. Hedges, A. and Mc Bride, C. 1999. Utilization of β- cyclodextrin in food. *Cereal Food World*, 10:700-704.
11. Koca, N. and Metin, M. 2004. Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh Kashar cheese produced by using fat replacers. *International Dairy Journal*, 14(4): 365-373.
12. Kwak, H.S., Jung, C.S., Shim, S.Y. and Ahin, J. 2002. Removal of cholesterol from cheddar cheese by β-cyclodextrin. *Journal of Agricultural Chemistry*, 50(25):7293-7298.
13. Kwak, H.S., Kim, S.H. and Kang, J. 2007. Methods for cross linking β-cyclodextrin for the cholesterol trapping and regeneration thereof, US Patent No: 0093447.

14. Kwak, H.S., Kim, S.H., Kim, J.H., Choi, H.J. and Kang, J. 2004. Immobilized β-cyclodextrin as a simple and recyclable method for cholesterol removal in Milk. *Archives of Pharmacia Research*, 27(8): 873-877.
15. Kwak, Z. and Kucukoner, E. 2006. Changes on physicochemical, lipolysis and proteolysis of vacuum packed Turkish Kashar cheese during ripening. *Journal of Central Europen Agriculture*, 7(3): 459-464.
16. Lee, D.K., Ahn, J. and Kwak, H.S. 1999. Cholesterol removal from homogenized milk with β-cyclodextrin. *Journal of Dairy Science*, 82(11):2327-233.
17. Martin, E.M. 2004. Cyclodextrins and their uses: a review. *Process Biochemistry*, 39(9):1033-1046.
18. Maskooki, A.M., Beheshti, S.H.R., Valibeigi, S. and Feizi, J. 2013. Effect of cholesterol removal processing using β-cyclodextrin on main components of milk. *International Journal of Food Scienc*e, 2013: 6pages: ID 215305.
19. Ortiz-Gonzalez, G., Jimenez-Flores, R., Bremmer, D. R., Clark, J. H., DePeters and Drackley, J.K. 2007. Functional properties of butter oil made from bovine milk with experimentally altered fat composition. *Journal of Dairy Science*, 90(11):5018-5031.
20. Seon, K.H., Ahn, J. and Kwak, H.S. 2009. The accelerated ripening of cholesterol-reduced Cheddar cheese by crosslinked β-cyclodextrin. *Journal of Dairy Science*, 92(1):49-57.
21. Shim, S.Y., Ahn, J. and Kwak, H.S. 2003. Functional properties of cholesterol removed whipping cream treated by beta-cyclodextrin. *Journal of Dairy Science*, 86(9):2767-2772.
22. Wium, H., Kristiansen, K.R and Qvist, K.B. 1998. Proteoly-sis and its role in relation to texture of feta cheese made from ultrafiltered milk with different amounts of rennet. *Journal of Dairy Research*, 65(4):665-674.
23. Yunkim, S., Youngbay, H., Youngkim, H., Ahn, J. and Wak, H.S. 2008. Properties of cholesterol reduced Camembert cheese made by crosslinked β-cyclodextrin. *International Journal of Dairy Technology*, 61(4):364-371.
24. Zisu, B., Shah, N.P. 2005. Textural and functional changes in low-fat Mozzarella cheeses in relation to proteolysis and microstructure as influenced by the use of fat replacers, pre-acidification and EPS starter. *International Dairy Journal*, 15(6):957-972

(Original Research Paper)

Evaluation of Producing Possibility of Low Cholesterol White Cheeses Using β-cyclodextrin

Masoumeh Malekyar[1], Leila Roufegari Nejad[2*], Ainaz Alizadeh [2], Roghayyeh Ashrafi Yourghanloo[3]

1-MSc Graduated of Food Science and Technology, Sarab Branch, Islamic Azad University, Sarab, Iran.
2- Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
3- Department of food Science and Technology, Technical and Vocayional University(TVU), Urmia, Iran.

Received:05/05/2018 Accepted:08/04/2019

Abstract

White cheese contains a lot of saturated fat and cholesterol, which is undesirable from a nutritional point. In this regard, the aim of this study was to reduce of cholesterol in white brine cheese using Betacyclodextrin (β.CD) and determine of physicochemical, texture and sensory properties of the product. After separating milk fat, Cholesterol isolated from cream with β.CD in concentration of 10% at 35 °C and stirring at rate of 800 rpm for 0.5 hours on a laboratory scale, then, by adding to the skim milk, the preparation of samples were performed. The results of cholesterol measurement showed that the treatment of cheese with β.CD could reduce the cholesterol content about 63%. During storage of cheese, samples treated with β.CD showed significant differences in terms of pH, acidity, proteolysis and lipolysis compared to the control. By addition of β.CD hardness and gumminess of treated cheese decreased and cohesiveness increased, but β.CD not had a significant effect on chewiness and elasticity of white cheese ($p>0.05$). Sensory evaluation also showed that β.CD while reducing cholesterol and improving the texture of the cheese, but had no significant effect on the sensory properties of the final product compared to the control sample. Thus, according to the obtained results, β.CD to reduce cholesterol of white cheese is appropriate.

Key words: β-cyclodextrin, White Cheese, Cholesterol Reduction, Physicochemical Properties.

*Corresponding Author: L.roufegari@iaut.ac