مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۰ شماره ۲/ سال ۱۳۹۹/ صفحات ۱۶۳ تا ۱۷۴

تاثیر افزودن لیکوپن بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و حسی پنیر سفید

بهرام فتحی آچاچلویی[1*] فاطمه قنادی اصل[1] و کاظم علیرضالو[2]

تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۷

[1] به ترتیب دانشیار و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
[3] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، دانشگاه تبریز
[*]مسئول مکاتبه: E-mail:bahram1356@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: افزودن لیکوپن به خاطر فواید سلامتی آن، می تواند برای تولید فرآورده‌های لبنی فرآسودمند به‌ویژه پنیر، استفاده شود. **هدف:** هدف از پژوهش حاضر، تولید پنیر فراسودمند با افزودن لیکوپن می باشد. **روش کار:** تاثیر افزودن سطوح مختلف لیکوپن (۲۰۰، ٤۰۰ و ٦۰۰ ppm) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر سفید و مقایسه آن با پنیر کنترل در طول رسیدن پنیر تا ٦۰ روز نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. **نتایج:** نتایج حاصل از تجزیه واریانس روی تیمارهای مختلف اندازه گیری شده نشان داد که زمان اثر معنی داری ($P<۰/۰۵$) بر pH داشت و در طول مدت زمان نگهداری، مقدار pH در تمام نمونه‌ها کاهش یافت. اندازه گیری شاخص پروتئولیز و لیپولیز نمونه‌های پنیر نشان داد که اثر نوع تیمار و زمان نگهداری در صفت مزبور معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بود. با افزودن لیکوپن مقدار پروتئولیز و لیپولیز نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافتند، بطوری که مقدار پروتئولیز و لیپولیز (به استثنای پنیر دارای لیکوپن ٦۰۰ ppm) در همه نمونه‌ها تا روز ٦۰ به طور معنی‌داری روند افزایشی داشتند ($P<۰/۰۵$). همچنین اندازه گیری مقدار نمک، چربی و پروتئین در طول مدت زمان رسیدن پنیر نشان داد که اثر تیمار و زمان بر مقدار این صفات نمونه-های پنیر معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$) . **نتیجه گیری نهایی:** نتایج ارزیابی حسی (بافت، طعم، مزه و مقبولیت کلی) نشان داد که در روز ٦۰ نگهداری نمونه پنیر حاوی لیکوپن به میزان ٤۰۰ppm نسبت به نمونه پنیر کنترل و سایر نمونه‌های پنیر دارای امتیاز بیشتری بود.

واژگان کلیدی: پنیرسفید، لیکوپن، ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی

مقدمه

پنیر یکی از محصولات لبنی مغذی، متنوع و پرارزش است که مصرف زیادی در جهان و به‌ویژه در کشور ایران دارد. میزان مصرف سرانه آن در اتحادیه اروپا حدود ۱۵/۲ کیلو گرم در سال گزارش شده است. یونان با مصرف سرانه حدود ۲۳/۵ کیلوگرم در سال دارای بیشترین مصرف پنیر می‌باشد (فاکس و همکاران ۲۰۰٤). در ایران نیز مقدار مصرف پنیر هر چند دقیقا مشخص نیست ولی مصرف سرانه شیر و محصولات لبنی حدود ۱۱۵ کیلوگرم گزارش شده است (بی نام ۱۳۸٦).

توکوفرول‌ها، آنتی‌اکسیدان‌های قوی محلول در چربی هستند و علاوه بر حفاظت سلول‌های بدن از آسیب رادیکال‌های آزاد و تعویق فرآیند پیری سلول‌ها، در

جلوگیری از بیماری‌های کرونری خاص (کورنستاینر و همکاران ۲۰۰۶) سرطان و دیابت (فریزر ۲۰۰۰) فشار خون و آلزایمر (جیانگ و همکاران ۲۰۰۱) موثرند.

لیکوپن یکی از آنتی‌اکسیدان‌های قوی دیگری می‌باشد که دارای تعداد زیادی پیوند دوگانه مزدوج است و می‌تواند رادیکال‌های آزاد و اکسیژن یگانه را از بین ببرد (وان بریمن و پاجکویک ۲۰۰۸). خاصیت آنتی اکسیدانی بیشتر لیکوپن نسبت به سایر کاروتنوئیدها می تواند به علت وجود پیوند دوگانه بیشتر در ساختمان آن باشد (وان بریمن و پاجکویک ۲۰۰۸). لیکوپن به عنوان آنتی اکسیدان دو برابر بتاکاروتن و ۱۰ برابر توکوفرول توانایی غیرفعال کردن اکسیژن یگانه را دارد (جان و همکاران ۲۰۰۲).

لیکوپن از چندین طریق خاصیت آنتی اکسیدانی خود را اعمال می کند. یکی از مکانیزم‌های اثبات شده، خاموش کردن فیزیکی اکسیژن است؛ لیکوپن درحالت برانگیخته، انرژی کافی برای واکنش با سایر مولکول‌ها و تبدیل آن-ها به گونه‌های واکنش پذیر را ندارد. مکانیسم دیگر برای فعالیت آنتی اکسیدانی لیکوپن، واکنش با رادیکال‌های آزاد است؛ در این واکنش کاروتنوئیدهایی با مرکزیت کربن بوجود می‌آید که به خوبی به وسیله زنجیره‌های طولانی پلی‌ان پایدار می‌شوند. همچنین لیکوپن به عنوان آنتی اکسیدان احتمالاً رادیکالهای ویتامین C وE را در بدن بازسازی می کند. از طرف دیگر، این رنگدانه میتواند بر سلول‌ها تأثیر بگذارد و باعث تولید آنزیم هایی شود که بدن را در برابر گونه‌های فعال اکسیژن و سایر گونه-های الکترون دوست حفظ می کند و از این طریق به طور غیر مستقیم خاصیت آنتی اکسیدانی خود را اعمال می کند (وان بریمن و پاجکویک ۲۰۰۸).

میزان لیکوپن موجود در بافت و سرم خون انسانی رابطه معکوس با میزان ابتلا به بیماری‌های مزمن دارد. مصرف لیکوپن باعث کاهش اکسیداسیون لیپیدها و LDL خون می‌شود و احتمالاً به همین دلیل بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش می‌دهد (رااو و آگاروال ۱۹۹۹). نتایج مطالعات نشان داده است که مردانی که غلظت لیکوپن در بافت آدیپوز آنها زیاد است در مقایسه با مردانی که میزان لیکوپن آنها پایین است، ٤٨ درصد کمتر در معرض آسیب میوکاردیال قرار دارند (کوهلمیر و همکاران ۱۹۹۷). همچنین نتایج حاصل از مطالعات نشان داده است که لیکوپن از متاستاز سلولهای سرطانی کبد جلوگیری می‌کند (هونگو و لی ۲۰۰٦). همچنین لیکوپن امکان ابتلا به برخی از سرطان‌ها نظیر پروستات را نیز کاهش می‌دهد (لی و چن ۲۰۰۱).

گارسیا و همکاران (۲۰۰۹) پوست گوجه فرنگی را به همبرگر خام و پخته اضافه کرده و نتایج آنها نشان داد که محصول بدست آمده دارای ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی خوب و قابل قبول بود. همچنین لیکوپن باعث بهبود رنگ در همبرگر خام و پخته شد. دومینگوس و همکاران (۲۰۱٤) دریافتند که اضافه کردن لوتئین به ماست باعث پایداری اکسیداتیو ماست حتی زمانی‌که در معرض نور قرار می‌گیرد، می‌شود. رفتار مشابهی در پنیر چدار که به آن لوتئین اضافه شده بود نیز دیده شد (جونز و همکاران ۲۰۰۵). مونتسانو و همکاران (۲۰۰٦) دریافتند که اضافه کردن لیکوپن به روغن زیتون باعث کاهش عدد پروکسید به میزان قابل ملاحظه شد. همچنین در نمونه‌های تیمارشده با لیکوپن، میزان ترکیبات فنولی بیشتر بود و رابطه خوبی بین میزان ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی مشاهده شد. غلظت لیکوپن افزوده شده به روغن نیز با سرعت بسیار کم کاهش پیدا کرد، به طوری‌که بعد از ۸ ماه نگهداری میزان لیکوپن ٦۰ درصد مقدار اولیه بود. عفت و همکاران (۲۰۱٤) نیز لیکوپن استخراج شده از پوست گوجه فرنگی را بعنوان آنتی اکسیدان و رنگ طبیعی در بستنی استفاده کردند. علاوه بر ایجاد رنگ طبیعی مهار رادیکال‌های آزاد در بستنی‌های حاوی نسبت‌های مختلف لیکوپن در طول نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ روز بررسی شد و نشان داده شد که با افزایش درصد عصاره لیکوپن، مهار رادیکال‌های آزاد

افزایش یافت. اونر و همکاران (۲۰۱۲) ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی پنیر کاشار را با افزودن پوره گوجه فرنگی بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که مقدار لیکوپن و فعالیت آنتی اکسیدانی پنیر کاشار با افزودن پوره گوجه فرنگی (۱٪ و ۲٪) نسبت به پنیر کنترل تفاوت معنی داری داشت. همچنین میزان شمارش کل میکروارگانیسم‌های هوازی مزوفیل در پنیر محتوی پوره گوجه فرنگی نسبت به پنیر کنترل بیشتر بودند و در کل نتایج آنها نشان داد که شمارش میکروارگانیسم‌های لاکتوکوکوس نسبت به لاکتوباسیل‌ها بیشتر بود.

بنابراین، به خاطر عدم وجود پژوهش و اطلاعات کافی در زمینه استفاده از لیکوپن، بطور مستقیم در پنیر سفید و بررسی شرایط فیزیکوشیمیایی و رسیدن پنیر و همچنین خواص حسی آن، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر افزودن سطوح مختلف لیکوپن (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ ppm) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر سفید ایرانی به منظور تولید پنیر فرآسودمند و مقایسه آن با پنیر کنترل در طول رسیدن پنیر تا ۶۰ روز نگهداری بود.

مواد و روش‌ها

مواد مصرفی

استارتر پنیر (Chr. Hansen's DVS®، شرکت هانسن کشور دانمارک) و مایه پنیر از نوع کایمکس شرکت هانسن دانمارک و لیکوپن خالص از شرکت آنهویی مینمتالز دولوپمنت[1] (آنهویی چین) تهیه شدند. محیط کشت میکروبی و مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از نمایندگی شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

تهیه پنیر سفید

پنیر سفید از شیر گاو با چربی ۳/۲٪ و مواد جامد غیر چرب حدود ۸٪ تهیه شد، که تحت دمای ۶۵°C برای مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزه شده و بعد از سرد شدن در دمای ۳۵ تا ۳۸°C مایه پنیر (از نوع کایمکس شرکت هانسن دانمارک) در مقدار ۰/۰۷ گرم در ۵ کیلو شیر و استارتر (شرکت هانسن دانمارک) در مقدار ۱٪ وزنی- وزنی بعد از حل کردن در آب مقطر استریل به شیر اضافه شده و به مدت ۶۰ دقیقه در آن دما نگهداری شد تا دلمه پنیر تشکیل گردد. سپس دلمه تشکیل شده در اندازه‌های کوچک بریده شد تا آب پنیر خارج گردد. سپس دلمه تحت پرس برای خروج آب پنیر قرار گرفت و بعد از آن سطوح مختلف لیکوپن (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ ppm) به منظور تولید پنیر فراسودمند و مقایسه آن با پنیر کنترل به دلمه افزوده شد و سپس دلمه بعد از پرس مجدد در اندازه‌های مشخصی بریده شد و در آب نمک ۲۴٪ برای یک روز نگهداری شد و سپس به شیشه‌های حاوی آب نمک ۸ ٪ منتقل شد و به منظور رسیدن پنیر و بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر سفید تولید شده تا ۶۰ روز نگهداری شد.

اندازه گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های پنیر

برخی از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی شامل pH، رطوبت، ماده خشک، میزان چربی و نمک مطابق روش مارشال (۲۰۰۵) اندازه‌گیری شدند و تعیین اسیدیته پنیرهای تولیدی برحسب درصد اسید لاکتیک مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ در چهار بازه زمانی مختلف در طول نگهداری و رسیدن پنیر انجام گرفتند (استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۵۲، سال ۱۳۸۱).

ارزیابی پروتئولیز

ازت کل و ازت محلول در pH=۴/۶ و ازت محلول در اسید تری کلرو استیک ۱۲٪ یا همان ازت غیر پروتئینی (NPN) بعنوان شاخص‌های پروتئولیز با استفاده از روش میکروکلدال کوچرو و فاکس(۱۹۸۲) اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری ازت محلول نمونه‌های ۳۰ گرمی در آب مقطر همگن شد و pH نمونه‌ها با استفاده از محلول HCl (مرک، آلمان) و NaoH (مرک، آلمان) ۲ نرمال در pH=۴/۶ تنظیم شد. پس از تنظیم مجدد pH، نمونه‌ها در گرمخانه ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰

[1] -Anhui Minmetals Development Co. ltd

دقیقه قرار داده و سپس سانتریفوژ (۳۵۰۰×g) گردیدند. نمونه‌ها با استفاده از کاغذ صافی واتمن ٤٢ صاف شدند و ازت محلول به روش کجلدال اندازه گیری شد. به ۲۰ میلی لیتر از محلول صاف شده ۵ میلی لیتر محلول تری کلرواستیک اسید ٦۰ درصد اضافه شده و پس از ۱۰ دقیقه سانتریفوژ (۵۰۰۰×g) محلول رویی صاف و مقدار ازت غیرپروتئینی به روش کجلدال اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری ازت کل نیز از روش کجلدال استفاده شد.

اندازه‌گیری شدت لیپولیز

شاخص شدت لیپولیز نمونه پنیرهای تولیدی طبق روش نونز و همکاران (۱۹۹٦) و پارک (۲۰۰۱) اندازه گیری شد. شدت لیپولیز در نمونه‌های پنیر که بصورت مقدار درجه اسیدی (ADV)[1]نمایش داده می‌شود در طول ٦۰ روز نگهداری نمونه‌های پنیر هر ۲۰ روز یکبار تعیین گردید. نمونه‌های پنیر به میزان ۱۰ گرم با ٦ گرم سولفات سدیم بدون آب کاملاً خرد و با ٦۰ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر به یک ظرف در پیچ‌دار منتقل شدند و با همزن مغناطیسی کاملاً مخلوط گردیدند و سپس با استفاده از کاغذ واتمن شماره ۱ صاف شدند. رسوب باقی‌مانده دوبار متوالی و هر بار با ۲۰ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر شسته شد. محلول زیر صافی با محلول پتاس اتانولی ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل‌فتالئین تا ایجاد رنگ ارغوانی پایدار به مدت ۲۰ ثانیه تیتر گردید. بعد از تیتراسیون، حلال در زیر هود تبخیرشد. چربی باقی‌مانده توزین و مقدار کل اسیدهای چرب در پنیر با واحد میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم چربی بیان گردید.

ارزیابی حسی

آزمون حسی پنیر بعد از ٤۰ و ٦۰ روز سپری شدن از زمان رسیدن پنیرهای آماده شده، نمونه‌های پنیر تولیدی با استفاده از آزمون هدونیک ۵ امتیازی (از نمره ۱ برای نمونه‌های خیلی بد و نمره ۵ برای نمونه‌های خیلی خوب استفاده شد) انجام گرفت. نمونه های پنیر تولیدی در دمای اتاق از نظر ویژگی‌های ارگانولپتیکی، طعم و رنگ توسط گروه ارزیاب کننده ۹ نفره آموزش ندیده مورد ارزیابی قرار گرفتند (آقاجانی و همکاران ۱۳۹۱).

تجزیه وتحلیل آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تیمار پنیر کنترل و پنیرهای تیمار شده با لیکوپن در سطوح متفاوت و آنالیز داده‌ها با استفاده از رویه GLM در نرم افزارSAS 9.2 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها در زمان-های مختلف با روش حداقل میانگین مربعات انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی پنیرهای تولید شده با افزودن لیکوپن در سطوح مختلف

ترکیب شیمیایی اولیه شیر خام مورد استفاده برای تولید تیمارهای مختلف پنیر در جدول ۱ آورده شده است.

نتایج آنالیز واریانس ویژگی‌های فیزیکو-شیمیایی پنیرهای تولید شده با افزودن لیکوپن (pH، نمک، چربی، پروتئین، لیپولیز و پروتئولیز) در جدول ۲ نشان داده شده است.

[1] - Acid Degree Value

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی شیرخام مورد استفاده برای تولید پنیر

Table 1- Chemical compounds of raw milk used in the production of cheese

Density(g/cm^3)	Protein(٪)	Solids non-fat(٪)	Freezing point(°C)	Lactose (٪)	Fat(٪)	pH
1.030±0.02	3.1±0.2	8.61±0.12	- 0.533±0.02	4.71±0.12	3.2±0.11	6.66±0.01

Data are included means± standard deviation

جدول ۲- اثرات افزودن مقادیر مختلف لیکوپن بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی و لیپولیز پنیرهای تولید شده

Table 2- Effects of adding different levels of Lycopene on physicochemical properties and lipolysis of produced cheeses

Lipolysis (meq/kg oil)	Fat (%)	Salt (%)	Protein (%)	Acidity	pH	Different Treatments	Cheese Ripening
0.52±0.05^a	16.20±0.11^a	2.22±0.08^a	13.85±0.41^a	0.187±0.01^a	5.71±0.01^b	**Control Cheese**	**1th Day**
0.52±0.05^a	16.18±0.11^a	2.26±0.08^a	14.01±0.41^a	0.188±0.01^a	5.79±0.01^a	**Treatment1**	
0.40±0.05^b	16.18±0.11^a	2.30±0.08^a	13.59±0.41^a	0.186±0.01^a	5.81±0.01^a	**Treatment2**	
0.40±0.05^b	16.18±0.11^a	2.29±0.08^a	14.29±0.41^a	0.188±0.01^a	5.83±0.01^a	**Treatment3**	
0.86±0.11^b	16.20±0.10^a	2.39±0.12^a	13.91±0.43^a	0.183±0.01^a	5.65±0.01^b	**Control Cheese**	**20th Day**
1.07±0.11^a	16.18±0.10^a	2.40±0.12^a	14.04±0.43^a	0.182±0.01^a	5.68±0.01^b	**Treatment1**	
1.11±0.11^a	16.17±0.10^a	2.39±0.12^a	13.59±0.43^a	0.180±0.01^a	5.73±0.01^a	**Treatment2**	
1.07±0.11^a	16.17±0.10^a	2.40±0.12^a	14.29±0.43^a	0.181±0.01^a	5.76±0.01^a	**Treatment3**	
1.55±0.11^c	16.16±0.12^a	2.34±0.11^a	13.85±0.52^a	0.093±0.01^a	5.54±0.01^b	**Control Cheese**	**40th Day**
1.71±0.11^a	16.16±0.12^a	2.35±0.11^a	14.04±0.52^a	0.094±0.01^a	5.56±0.01^b	**Treatment1**	
1.62±0.11^{ab}	16.15±0.12^a	2.40±0.11^a	13.58±0.52^a	0.095±0.01^a	5.60±0.01^a	**Treatment2**	
1.36±0.11^d	16.15±0.12^a	2.39±0.11^a	14.28±0.52^a	0.095±0.01^a	5.63±0.01^a	**Treatment3**	
1.98±0.12^b	16.16±0.11^a	2.48±0.10^a	13.78±0.50^a	0.105±0.01^a	5.44±0.01^b	**Control Cheese**	**60th Day**
2.39±0.12^a	16.16±0.11^a	2.47±0.10^a	14.04±0.50^a	0.099±0.01^a	5.45±0.01^b	**Treatment1**	
2.07±0.12^b	16.14±0.11^a	2.49±0.10^a	13.59±0.50^a	0.110±0.01^a	5.53±0.01^a	**Treatment2**	
1.63±0.12^c	16.14±0.11^a	2.49±0.10^a	14.29±0.50^a	0.110±0.01^a	5.55±0.01^a	**Treatment3**	

Treatment1: cheese added with 200 ppm of lycopene, Treatment2: cheese added with 400 ppm of lycopene, Treatment3: cheese added with 600 ppm of lycopene, means are in three replicates (%CV< 3).

pH

تیمارهای مختلف پنیر در زمان‌های مختلف رسیدن، تفاوت معنی داری (P<۰/۰۵) با یکدیگر داشتند (جدول۲). طبق تحقیقات گینه و فاکس (۱۹۹۳) کاهش در pH و افزایش در اسیدیته در طول روزهای رسیدن پنیر در تیمارهای مختلف پنیر ممکن است به خاطر تشکیل اسید لاکتیک بوسیله باکتری های استارتر و غیر استارتر باشد.

همچنین طبق تحقیقات بعمل آمده بین زمان رسیدن پنیر و مقدار چربی پنیر روی مقادیر pH تاثیر معنی داری (P <۰/۰۵) وجود دارد (فنلون و گینه ۲۰۰۰).

همچنین نتایج نشان داد که مقدار نمک پنیر نیز در طول رسیدن به مقدار کمی افزایش یافته بود، اما این افزایش

در زمان‌های رسیدن پنیر در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نبود (جدول۲).

همچنین اختلاف معنی‌داری بین تیمارها و نمونه کنترل در میزان نمک مشاهده نشد (جدول۲). سرعت جذب نمک در طول ماه اول رسیدن پنیر به خاطر جا به جایی مولکول‌های NaCl در نتیجه فشار اسمزی و مقدار رطوبت مختلف پنیرها بسیار بالا می باشد (گینه و فاکس ۱۹۹۳). نمک در کنترل رشد و فعالیت میکروبی، کنترل فعالیت آنزیم های مختلف، کاهش مقدار رطوبت و تغییرات فیزیکی در پروتئین ها که همه می توانند تاثیر گذار درگسترش طعم و بافت در نمونه های پنیر باشند، شرکت می کند (هیال اوغلو و همکاران ۲۰۰۵).

نتایج همچنین نشان داد که مقادیر پروتئین و چربی نمونه‌های پنیر در بین تیمارهای مختلف و نیز در زمان-های رسیدن متفاوت، در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نبودند (جدول ۲).

شدت لیپولیز پنیرهای تولید شده با افزودن لیکوپن در طول رسیدن و نگهداری پنیر بوسیله مقدار درجه اسیدی (ADV)[1] تعیین شدند (جدول۲). مقادیر درجه اسیدی همه نمونه‌های پنیر در طول نگهداری و رسیدن پنیر بطور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت. این مسئله نشان دهنده هیدرولیز مداوم بخش لیپیدی در پنیر می-باشد. درجه لیپولیز بین نمونه‌های پنیر بطور معنی داری ($P <۰/۰۵$) در طول رسیدن پنیر متفاوت بود. همچنین اختلافات مقادیر درجه اسیدی در طول رسیدن پنیر متفاوت بود ($P<۰/۰۵$). تاثیر مثبت زمان رسیدن روی لیپولیز خیلی واضح بوده و بوسیله محققان دیگر نیز تائید شده است (علیزاده و همکاران ۲۰۰۶، ویرتو و همکاران ۲۰۰۳). همچنین مطابق تحقیقات وافوپولو و همکاران (۱۹۸۹) محصولات لیپولیز همراه با محصولات پروتئولیز در ایجاد طعم ویژه پنیر فتا نقش مهمی را ایفا می کنند. مقایسه پنیر پرچرب با دیگر نمونه‌های پنیر نشان می‌دهد که لیپولیز بیشتر پنیر ممکن است به مقدار رطوبت نسبتا بیشتر آنها مرتبط باشد که معمولا فعالیت آنزیمی و رشد میکروبی را مطلوب می‌کند (فتحی آچاچلوئی و همکاران ۱۳۹۲).

منشاء فعالیت لیپولیتیک در پنیر معمولا از شیر، عامل انعقاد (مایه‌پنیر)، منشاء میکروفلور پنیر (میکروارگانیسم‌های استارتر، غیر استارتر و میکروارگانیسم‌های تلفیق شده) می‌باشد (مک سوینی ۲۰۰٤).

همانطوری که نتایج جدول ۲ نشان داد، میزان لیپولیز در پنیرهای محتوی لیکوپن افزایش معنی داری ($P<۰/۰۵$) نسبت به پنیر کنترل داشتند به استثنای پنیر محتوی ppm ٦۰۰ لیکوپن که به‌ویژه در روز آخر رسیدن پنیر نسبت به تیمارهای دیگر دارای کمترین میزان لیپولیز بود. علت این امر می‌تواند احتمالا به دلیل اثرات ضد میکروبی و کاهش دهنده رشد باکتری‌های لاکتیکی (استارترهای تلفیق شده در پنیر) در غلظت‌های بالای لیکوپن باشد. نتایج ضد میکروبی و ضد قارچی لیکوپن توسط محققان مختلفی گزارش شده است (ال اوکیلی و همکاران ۲۰۱٤، امودامیرو و آمچی ۲۰۱۳، رنجبر و رنجبر ۲۰۱٦)

شاخص پروتئولیز پنیر (فاکتور رسیدن پنیر)

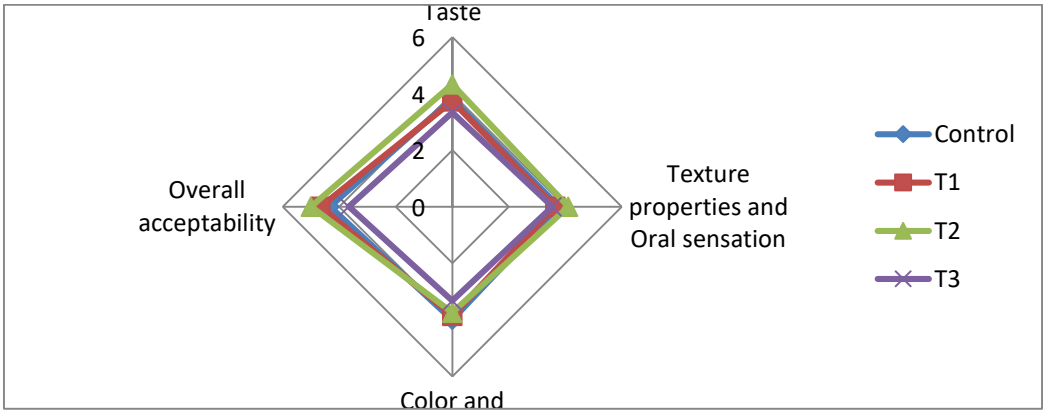
نتایج ارزیابی شاخص پروتئولیز پنیرهای محتوی درصدهای مختلف لیکوپن و پنیر کنترل بطور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) طی ٦۰ روز رسیدن در تمام تیمارهای پنیر آزمایشی افزایش نشان دادند (جدول ۳). فراکسیون های ازت پارامترهای خیلی مهمی برای تعیین میزان پروتئولیز هستند. بویژه، فراکسیون pH4.6-SN شامل مولکول-های کوچک پروتئینی غیرکازئینی، پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد می‌باشد که عموما بعنوان شاخص رسیدن پنیر استفاده می‌شود (گینه و فاکس ۱۹۹۳) و فراکسیون NPN شاخص اصلی مقادیر اسیدهای آمینه آزاد که پیش ساز ترکیبات طعم دار هستند، می‌باشد (ولف و همکاران۲۰۱۰). همانطوری که در جدول ۲ مشاهده می-شود، نمونه‌های پنیر محتوی لیکوپن (بویژه در غلظت

[1]-Acid Degree Value

لیکوپن ppm ٤٠٠ افزوده شده به پنیر) دارای بیشترین میزان pH4.6-SN/TN(%) در آخر دوره رسیدن پنیر بود. مقادیر NPN/TN (%) در بین نمونه‌های پنیر اختلاف معنی داری (P<۰/۰۵) فقط در روزهای آخر رسیدن پنیر (روزهای ٤٠ و ٦٠) داشت، بطوری که از نظر این شاخص پروتئولیز در بقیه روزهای رسیدن پنیر تفاوت معنی داری (P>۰/۰۵) در بین نمونه های پنیر نبود (جدول۲). مقادیر NPN در طول دوره رسیدن تیمارهای مختلف پنیر افزایش پیدا کردند ولی این افزایش در در روزهای اول و بیستام رسیدن پنیر در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نبود. چندین محقق گزارش داده‌اند که پیشرفت زمان رسیدن پنیر منجر به افزایش در تجزیه پروتئین در پنیر می‌گردد (هایال اوغلو و همکاران ۲۰۰۵، تاراکسی ۲۰۰٤). در کل شاخص‌های pH4.6-SN/TN(%) و NPN/TN (%) پنیرهای محتوی لیکوپن و پنیر کنترل در طول رسیدن پنیر در زمان‌های مختلف تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) داشتند (جدول۲).

ارزیابی ویژگی‌های حسی (رنگ، بافت، طعم ومقبولیت کلی)

نتایج آنالیز ویژگی‌های حسی نمونه های پنیر در زمان رسیدن آخر (روز ٦٠) در شکل۱ آورده شده است. مقبولیت کلی(ظاهر و رنگ، بافت و طعم) پنیرها در طول آزمون حسی خوب ارزیابی شدند و بین تیمارهای مختلف اختلافات معنی‌داری وجود داشت. همچنین جالب توجه است که پنیرهای حاوی لیکوپن (با غلظت ppm ٤٠٠) بیشترین نمرات را برای مقبولیت کلی دریافت کردند. نمرات ارزیابی مقبولیت کلی نشان داد که نمونه-های پنیر سفید حاوی لیکوپن (به استثنای پنیر دارای لیکوپن با غلظت ٦٠٠ppm) بیشتر قابل قبول بودند و نسبت به پنیر کنترل نمرات بیشتری را دریافت کردند. با این وجود، همه نمونه های پنیر توسط پانلیست‌های ارزیاب کننده محصولات قابل قبول ارزیاب شدند. در کل، هیچ طعم نامطلوب یا تلخ برای نمونه‌های پنیر در طول نگهداری و رسیدن پنیر گزارش نشد. پانلیست‌ها نمونه-های پنیر حاوی لیکوپن (به استثنای پنیر دارای لیکوپن با غلظت ٦٠٠ppm) را به خاطر طعم و مزه، بافت و ظاهر بهتر ترجیح دادند (شکل۱).



شکل۱- ارزیابی حسی در پنیر کنترل و پنیرهای تولید شده با افزودن مقادیر مختلف لیکوپن در روز ۶۰ رسیدن پنیر

(تیمار ۱- پنیر افزوده شده با ppm ۲۰۰ لیکوپن، تیمار ۲- پنیر افزوده شده با ppm ٤٠٠ لیکوپن و تیمار ۳- پنیر افزوده شده با ppm ٦٠٠ لیکوپن)

Figure1- Sensory evaluation in the control cheese and produced cheeses with adding different levels of Lycopene at 60th Day cheese ripening

(Treatment1: cheese added with 200 ppm of lycopene, Treatment2: cheese added with 400 ppm of lycopene, Treatment3: cheese added with 600 ppm of lycopene).

جدول ۳- شاخص پروتئولیز در پنیرهای تولید شده با افزودن مقادیر مختلف لیکوپن در زمان‌های مختلف رسیدن پنیر

Table 3- Proteolysis index in the produced cheeses with adding different levels of Lycopene at different times of cheese ripening

Storage Time					
60th Day	40th Day	20th Day	1th Day		Index
2.16±0.03^{aA}	2.17±0.02^{aA}	2.18±0.04^{aA}	2.17±0.06^{aA}	Control Cheese	TN (%)
2.20±0.03^{aA}	2.20±0.02^{aA}	2.20±0.04^{aA}	2.21±0.06^{aA}	Treatment1	
2.13±0.03^{aA}	2.13±0.02^{aA}	2.13±0.04^{aA}	2.13±0.06^{aA}	Treatment2	
2.24±0.03^{aA}	2.24±0.02^{aA}	2.24±0.04^{aA}	2.24±0.06^{aA}	Treatment3	
41.83±0.52^{cA}	38.19±0.90^{cB}	35.74±0.85^{aC}	34.35±1.22^{aC}	Control Cheese	pH4.6-SN/TN (%)
43.45±0.52^{bA}	39.73±0.90^{bB}	35.75±0.85^{aC}	34.30±1.22^{aC}	Treatment1	
45.88±0.52^{aA}	41.84±0.90^{aB}	35.94±0.85^{aC}	34.32±1.22^{aC}	Treatment2	
45.66±0.52^{aA}	41.75±0.90^{aB}	35.88±0.85^{aC}	34.33±1.22^{aC}	Treatment3	
10.78±0.74^{cA}	9.51±0.70^{bBC}	8.67±0.72^{aC}	8.32±1.01^{aC}	Control Cheese	NPN/TN (%)
12.47±0.74^{bA}	9.81±0.70^{bB}	8.82±0.72^{aC}	8.38±1.01^{aC}	Treatment1	
13.58±0.74^{aA}	10.93±0.70^{aB}	9.42±0.72^{aC}	9.11±1.01^{aC}	Treatment2	
13.42±0.74^{aA}	10.82±0.70^{aB}	9.33±0.72^{aC}	9.09±1.01^{aC}	Treatment3	

Means within the same column with different superscripts (a-c) and the same line with different superscripts (A-D) differ significantly ($P<0.05$) between different cheese treatments (Treatment1: cheese added with 200 ppm of lycopene, Treatment2: cheese added with 400 ppm of lycopene, Treatment3: cheese added with 600 ppm of lycopene) in the same times and different times of cheese ripening, respectively.
TN(%)= Total Nitrogen(%) .

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیرهای تولید شده با افزودن لیکوپن در سطوح مختلف (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ ppm) تاثیر معنی‌داری روی pH، لیپولیز، پروتئولیز و ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر سفید در طول رسیدن ۶۰ روز داشت.

نتایج نشان داد که زمان اثر معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بر pH دارد و در طول مدت زمان نگهداری، مقدار pH در تمام نمونه‌ها کاهش یافت. ولی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری در مقدار pH نمونه‌ها دیده نشد ($P>۰/۰۵$) . اندازه گیری شاخص پروتئولیز و لیپولیز نمونه‌های پنیر نشان داد که اثر نوع تیمار و زمان نگهداری در صفت مزبور معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بود. با افزودن لیکوپن مقدار پروتئولیز و لیپولیز نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافتند، بطوری که مقدار پروتئولیز و لیپولیز (به استثنای پنیر دارای لیکوپن ۶۰۰ ppm) در همه نمونه‌ها تا روز ۶۰ به طور معنی‌داری روند افزایشی داشتند ($P<۰/۰۵$). اندازه گیری تغییرات مقدار نمک، چربی و پروتئین در طول مدت زمان رسیدن پنیر نشان داد که اثر تیمار و زمان بر مقدار نمک و پروتئین نمونه‌های پنیر معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). میانگین داده‌های مربوط به ارزیابی حسی (خواص ظاهری، بافتی، طعم و مزه و مقبولیت کلی) در روز ۶۰ نگهداری نمونه پنیر حاوی لیکوپن به میزان ۴۰۰ ppm نسبت به نمونه پنیر کنترل و سایر نمونه‌های پنیر دارای امتیاز بیشتری بود.

منابع مورد استفاده

آقاجانی ع، پوراحمد ر و مهدوی عادلی ح، ۱۳۹۱. تولید و نگهداری ماست سین بیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس کازئی. مجله علوم غذایی و تغذیه، ۱۰(۱)، ۲۸- ۱۹.

بی نام، ۱۳۸٦. آمارنامه کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفترآمار و فناوری. جلد دوم.

بی نام، ۱۳۸۱. ویژگی‌های پنیر – تعیین درجه اسیدی پنیر(ADV). موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۵۲.

فتحی آچاچلوئی ب، حصاری ج، آزادمرد دمیرچی ص، پیغمبردوست س ه، اسمعیلی م و علیجانی ص، ۱۳۹۲. تولید پنیر فرآسودمند کم چرب با جایگزینی پودرهای گردو یا بزرک به جای چربی شیر. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۳(۳)، ۳۱۷- ۳۰۵.

Al-Oqaili RMS, Mohammedi stabregh BB, Salman MA, Al-satar asad DA. 2014. In Vitro Antimicrobial activity of Solanum Lycopersicum Extract against some Pathogenic Bacteria. Food Science and Quality Management 27: 12-17.

Alizadeh M, Hamedi M, and Khosroshahi A. 2006. Modeling of proteolysis and lipolysis in Iranian white brine cheese. Food Chemistry 97: 294–301.

Domingos LD, Xavier AA, Mercadante AZ, Petenate AJ, Jorge RA, Viotto WH. 2014. Oxidative stability of yogurt with added lutein dye. Journal of dairy science 97(2):616-623.

Effat MR, Alaa TEK, Amany REB. 2014. Charactrization of carotenoids (lyco-red) extracted from tomato peels and its uses as natural colorants and antioxidants of ice cream. Annals of Agricultural Science 59(1): 53–61.

Fenelon MA, and Guinee TP. 2000. Primary proteolysis and textural changes during ripening in cheddar cheeses manufactured to different fat contents. International Dairy Journal 10: 151-58.

Fox PF., McSweeney PLH. Cogan TM, and Guinee TP. 2004. Cheese chemistry, physics and microbiology (volum1). Elsevier Academic Press.

Fraser GE. 2000. Nut consumption, lipids, and risk of coronary event. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition 22(suppl.9): S28-S32.

Fu LJ, Ding YB, Wu LX, Wen CJ, Qu Q, Zhang X, Zhou HH. 2014. The effects of lycopene on the methylation of the GSTP1 promoter and global methylation in prostatic cancer cell lines PC3 and LNCaP. International Journal of Endocrinology 2014:1–9.

García ML, Calvo MM, Selgas MD. 2009. Beef hamburgers enriched in lycopene using dry tomato peel as an ingredient. Meat Science 83(1):45-49.

Guinee TP, and Fox PF. 1993. In PF. Fox (Ed.), Cheese: chemistry, physics and microbiology, general aspects (Vol. 1, pp. 257–302). London: Chapman and Hall.

Hayaloglu AA, Guven M, Fox PF. and McSweeney PLH. 2005. Influence of starters on chemical, biochemical, and sensory changes in Turkish white-brined cheese during ripening. Journal of Dairy Science 88: 3460–3474.

Hwang ES. and Lee HJ. 2006. Inhibitory effects of lycopene on the adhesion, invasion, and migration of SK-Hep1 human hepatoma cells. Experimental Biology and Medicine 231(3): 322-327.

Jiang Q, Christen S, Shigenaga MK, and Ames BN. 2001. γ- Tocopherol, the major form of vitamin E in the US diet, deserves more attention. American journal of clinical nutrition 74(6): 714-722.

Jones ST, Aryana KJ, and Losso JN. 2005. Storage stability of Lutein during ripening of Cheddar cheese. Journal of Dairy Science 88(5):1661–1670.

John S, Ying W, Mike B, and Maguer LM. 2002. Oxidation and isomerization of lycopene under thermal treatment and light irradiation in food processing. Preventive Nutrition and Food Science 7(2), pp.179-183.

Kaur D, Wani AA, Singh DP, Sogi DS. 2011. Shelf life enhancement of butter, ice-cream, and mayonnaise by addition of lycopene. International journal of food properties 14(6):1217-1231.

Kohlmeir L, Kark JD, Gomez-Garcia E, Martin BC, Steck SE, Kardinaal AFM. 1997. Lycopene and myocardial infarction risk in the EURAMIC study. American Journal of Epidemiology 146(8): 618-626.

Kornsteiner M, Wanger KH, and Elmadfa, I. 2006. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. Food chemistry 98: 381-387.

Kuchroo CN, and Fox PF. 1982. Soluble nitrogen in cheddar cheese: Comparison of extraction procedures. Michwissenchaft 937: 331–335.

Lee MT, Chen BH. 2001. Separation of lycopene and its cis isomers by liquid chromatography. Chromatographia 54(9-10): 613-617.

Marshall TR. 2005. Standard methods for the examination of dairy products (450 pp.). Washington, DC: American Public Health Association.

McSweeney PLH. 2004. Biochemistry of cheese ripening. International Journal of Dairy Technology 2/3: 127–144.

Montesano D, Cossignani L, D'Arco G, Simonetti MS, and Damiani P. 2006. Pure lycopene from tomato preserves extra virgin olive oil from natural oxidative events during storage. Journal of the American Oil Chemists' Society 83(11):933-941.

Nunez M, Garcia-Aser C, Rorriguez-Martin A, Medina M, and Gaya P. 1996. The effect of ripening and cooking temperatures in proteolysis and lipolysis in manchego cheese. Food Chemistry 21: 115–123.

Omodamiro OD, and Amechi U. 2013. The phytochemical content, antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory activities of Lycopersicon esculentum (Tomato). Asian Journal of Plant Science and Research 3(5):70-81.

Öner Z, Demir E, Sanlıdere Aloğlu H. 2012. Chemical and Microbiological Properties of Kashar Cheese with Tomato Puree. Academic Food Journal/Akademik GIDA 10(2): 19-25.

Park YW. 2001. Proteolysis and lipolysis of goat's milk cheese. Journal of Dairy Science 84 (Suppl. E): 84–92.

Pereira RC, de Deus Souza Carneiro J, Borges SV, Assis OBG. and Alvarenga GL. 2016. Preparation and characterization of nanocomposites from whey protein concentrate activated with lycopene. Journal of Food Science 81(3): E637-E642.

Ranjbar A, Ranjbar E. 2016. Antimicrobial Property of Lycopene Oleoresin on some Food Pathogens Running Head: Lycopene oleoresin antibacterial potent. Iranian Food Science and Technology Research Journal 12(3):382-387.

Rao Av, Agarwal S. 1999. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic disease. A review. Nutrition Research 19(2): 305-323.

Tarakci Z. 2004. The influence of Helis (Prangos sp.) on ripening characteristics of vacuum-packed Van Herby cheese during ripening. Milchwissenschaft 11/12: 619–623.

Vafopoulou A, Alichanidis E, and Zerfiridis G. 1989. Accelerated ripening of feta cheese, with heat-shocked culture microbial proteinases. Journal of Dairy Research 56: 285–296.

Van Breemen RB, and Pajkovic N. 2008. Multitargeted therapy of cancer by lycopene. Cancer Letters 269: 339-351.

Virto M, Chavarri F, Bustamante MA, Barron LJR, Aramburu M, and Vicente MS. 2003. Lamb rennet paste in ovine cheese manufacture. Lipolysis and flavour. International Dairy Journal 13: 391–399.

Wolf IV, Perotti MC, Bernal SM, and Zalazar CA. 2010. Study of the chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compounds profile of commercial Reggianito Argentino cheese: Characterization of Reggianito Argentino cheese. Food Research International 43:1204–1211.

Journal of Food Researches/vol.30 No.2/ 2020/pp 163-174
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

Effect of adding lycopene on the physico-chemical and sensory properties of white cheese

B Fathi-Achachlouei*[1], F Ghannadiasl [1] and K Alirezalu[2]

Received: May 7, 2019 Accepted: July 29, 2019
[1]Associate Professor and [2]Assistant Professor, respectively, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Tabriz, Iran
*Corresponding author: E-mail: bahram1356@yahoo.com & b_fathi@uma.ac.ir

Introduction: Lycopene, a carotenoid found expressively in red color foods such as tomato and its derivatives, watermelon and papaya, stands out as a powerful bioactive substance due to its antioxidant properties and the great ability to inactivate reactive oxygen species (Pereira et al., 2016). Moreover, clinical evidence supports the action of lycopene in the prevention of various types of cancer (Fu et al., 2014; Van Breemen and Pajkovic 2008). Lycopene as an excellent natural food color has also the advantages. It is stable to heat and an extreme pH value encountered in food processing, has no off-flavors, effective in low concentrations, antioxidant or other claimed health benefits and covers the full range of colors from yellow through orange to deep red. Addition of lycopene as a food color depends on the formulation, method of food preparation, and the manufacturing techniques involved (Kaur et al., 2011). In recent years, consumptions of food products particularly functional dairy products have become more widespread due to its health benefits. The uses of functional dairy products, especially cheese are very important in Iran. Iranian white brined cheese is one of the most common and important sources of calcium in dairy products in a balanced diet and significant source of protein as well as other nutrients. The aim of this study was utilization of lycopene to production of functional white brined cheese with high nutrition and healthy effect and enhancing flavor and color of cheese to increase its acceptability among the consumers.
Material and methods: White cheese was made with 3.2% fat and about 8% non-fat solids from cow's milk, pasteurized at 65ºC for 30 minutes and then cooled to 35-38 ºC and rennet was added in the amount of 0.07 g in 5 kg of milk and starter in the amount of 1%w/w (Hansen, Denmark) after dissolving in sterile distilled water was added to the milk and kept at the above temperature for 60 minutes until the curd formed. The formed curd was then cut into small pieces to remove the whey. Moreover, the curd was then pressed to remove more whey, and then different levels of lycopene (200, 400 and 600 ppm) were added to the curd in order to produce the functional cheese and compare it to control cheese. It was kept for one day at 24% brine and then transferred to 8% brine jars and stored during 60 days in order to cheese ripening and to evaluate the effects of adding different levels of lycopene (200, 400 and 600 ppm) on the physico-chemical and sensory properties of white cheese to produce functional cheese compared to control cheese (without lycopene) during 60 days of cheese ripening.
Results and discussion: The results of the ANOVA among the treatments indicated that time of cheese ripening affected significantly ($P<0.05$) pH and reduced in all the samples during storage time. Measurement of proteolysis and lipolysis of cheese samples showed that type of treatment and storage time were significant ($P<0.05$) on the attributes. By adding lycopene, the proteolysis and

lipolysis of the samples increased compared to the control sample, so that the proteolysis and lipolysis (except for cheese with lycopene 600ppm) in all samples increased significantly ($P<0.05$) during 60 days of cheese ripening. Moreover, measurement of the amount of salt, fat and protein during cheese ripening showed that the effect of treatment and time on the amount of these attributes in cheese samples was not significant ($P>0.05$).

Conclusion: Addition of lycopene in preparation of white brined cheese led to produce a good and acceptable white cheese with high nutritional and healthy food and it's a good for food consumers because lycopene had red color attractive to consumers beside contains antioxidants and play important roles in health effects. In overall, the results of sensory evaluation (texture, taste and overall acceptability) showed that cheese containing lycopene (400 ppm) had higher score than control cheese and the other cheese samples on 60^{th} day of cheese ripening.

Keywords: White cheese, Lycopene, physico-chemical and sensory properties