



تاثیر آغازگرهای تولید کننده اگزوپلی ساکارید بر روی پروتئولیز و لیپولیز پنیر سفید فرآپالایشی

نگین زارع جمشیدی^۱ و جواد حصاری^{۲*}

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۹

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

^۲ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبات Email: jhesari@tabrizu.ac.ir

چکیده

تاثیر آغازگرهای تولید کننده اگزوپلی ساکارید (EPS^+) بر پروتئولیز و لیپولیز پنیر سفید فرآپالایش بررسی گردید. چهار تیمار پنیر تولید شد شامل تیمار ۱ حاوی آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید Y8.86 و بدون آغازگر تجاری، تیمار ۲ حاوی آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید L904 و بدون آغازگر تجاری، تیمار ۳ حاوی آغازگرهای تولید کننده اگزوپلی ساکارید (Y 8.86 و L904) همراه با آغازگر تجاری و تیمار کنترل فقط حاوی آغازگر تجاری DELVO-TEC تهیه شدند. پنیرهای تولیدی در دمای $8-10^{\circ}C$ به مدت ۶۰ روز نگهداری شد. ارزیابی پروتئولیز در پنیر با استفاده از اوره پلی آکریل آمید ژل الکتروفورز و همچنین اندازه‌گیری ازت محلول در $pH=4/6$ ، ازت غیر پروتئینی (ازت محلول در تری کلرو استیک اسید) و ارزیابی لیپولیز توسط تعیین اندیس اسیدی چربی انجام شد. نتایج حاصله نشان داد که مقدار ازت محلول در $pH=4/6$ ، ازت محلول در تری کلرو استیک اسید و اندیس لیپولیز در طول رسیدن پنیر افزایش ($P>0/05$) پیدا کرد. در طول رسیدن پنیر اختلاف در مقدار ازت محلول در $pH=4/6$ و ازت غیر پروتئینی نمونه های حاوی سویه های EPS^+ بیشتر از نمونه کنترل بود. بررسی نتایج ژل الکتروفورز نشان داد استفاده از آغازگرهای تولید کننده اگزوپلی ساکارید در شکستن α_s1 -کازئین موثر بودند. مقدار اندیس اسیدی در نمونه های حاوی آغازگرهای EPS^+ و نمونه کنترل تفاوت معنی داری ($P>0/05$) نداشت که نشان دهنده عدم تاثیر آغازگرهای EPS^+ روی شدت لیپولیز در پنیر بود.

واژه های کلیدی: آغازگر، اگزوپلی ساکارید، پنیر سفید فرآپالایش، پروتئولیز، لیپولیز

The effect of exopolysaccharid –producing starters on the proteolysis and lipolysis of the ultrafiltered white cheese

N Zare Jamshidi¹ and J Hesari^{*2}

Received: February 1, 2012 Accepted: July 10, 2013

¹MSc Student, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

²Associate Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: E mail: jhesari@tabrizu.ac.ir

Abstract

The effect of exopolysaccharide producing (EPS⁺) starter culture on the proteolysis and lipolysis of the ultrafiltered white cheese was investigated. Four treatment of UF white cheese were produced: C1, with EPS-producing starter culture Y 8.86 F, C2, with EPS-producing starter culture L904, C3, with EPS-producing starter cultures (L904 and Y 8.86 F) and control samples with commercial starter culture DELVO-TEC. Cheese samples were ripened at 8-12°C for 60 days. Assessment of proteolysis in cheese samples was investigated by determination of soluble nitrogen (SN) at pH=4.6, trichloroacetic acid soluble nitrogen (TCA-SN) and urea-polyacrylamide gel electrophoresis and assessment of lipolysis were investigated by determining acidity index. The results showed that amount of SN, TCA-SN and acidity index in all cheeses increased progressively during ripening. The amounts of SN and TCA-SN in EPS⁺ cheeses were higher than control. The urea-PAGE electrophoresis showed that EPS producing starter culture was effective in the α_{s1} -casein break down in UF white cheese. The amount of acidity index content in cheese samples containing EPS-producing starter cultures and control cheese were not significantly different (P>0.05).

Key words: Starter, Exopolysaccharide, Ultrafiltered white cheese, Proteolysis, Lipolysis

مقدمه:

خیلی کمی روی پنیر های نرم و فراپالایشی انجام گرفته است بنابر این اطلاعات ما در این زمینه محدود است. نژادهای زیادی از باکتری‌های اسید لاکتیک (LAB) پلی ساکارید های خارج سلولی تولید می کنند. این مواد ممکن است یا مانند کپسول (Cps) باشند که به شدت به دیواره سلولی متصل هستند و یا حالت طنابی داشته باشند که به درون محیط کشت آزاد می شوند (ساترلند ۱۹۷۲). EPS ها باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب شبکه پروتئینی و تولید پنیر نرم تر می شود و با استفاده از آنها می توان پنیر های کم چرب را با ویژگی های مشابهی با نوع پرچرب تولید کرد (آواد و همکاران ۲۰۰۵؛ احمد و همکاران ۲۰۰۵).

اگزوپلی ساکارید های (EPS) حاصل از باکتری های اسید لاکتیک (LAB) در تولید برخی محصولات لبنی استفاده می شود. بیشتر تحقیقات انجام یافته در این زمینه در مورد ماست می باشد که نتایج مطلوبی مثل افزایش ویسکوزیته و کاهش آب اندازی در آن گزارش شده است (دبوک و مولت ۲۰۰۱؛ حسن ۲۰۰۸؛ مارشال و راوسون ۱۹۹۹). این ویژگی در مورد سایر محصولات لبنی مثل پنیر نیز می تواند مفید واقع شود. بیشترین کاربرد اگزوپلی ساکارید ها در صنعت پنیر سازی به تولید پنیر های کم چرب مربوط می شود (آواد و همکاران ۲۰۰۵؛ زیسو و شاه ۲۰۰۵) و کارهای

٪ ماده خشک، ۱۱/۹٪ پروتئین و ۱۷/۵٪ چربی) در دمای 55°C و فشار ۷۰ بار هموژنیزه و در دمای 72°C به مدت ۱ دقیقه مجدداً پاستوریزه شد. سپس تا دمای 37°C جهت مایه زنی سرد گردید و در تانک‌های ۳ تنی ذخیره شد. آنگاه ۳ درصد آغازگر مختلف در قالب ۴ تیمار به رتنتیت با دمای 30°C افزوده شد. بعد از گذشت چند دقیقه و اندکی افت pH، توسط دستگاه پرکن که با مایه پنیر موجود در مخزن مخصوص دستگاه در آب حل شده، مخلوط شد و سپس لیوان‌ها وارد تونل انعقاد شدند تا لخته تشکیل شود. آنگاه با قرار گرفتن کاغذ پارچمنت، مقدار ۳ درصد نمک گرانولی روی کاغذ ریخته شده و دربندی گردید. پنیرهای تولیدی به مدت ۴۸ ساعت در گرمخانه با دمای 25°C و ۴۸ ساعت در سردخانه با دمای 4°C قرار گرفتند. کلیه تیمارها در ۳ تکرار تهیه شدند که عبارت بودند از:

تیمار ۱ (C۱): حاوی ۳ درصد آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید Lyoto Y 8.86 F (ساکو، ایتالیا) که شامل سویه های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه *بولگاریکوس* بودند. تیمار ۲ (C۲): حاوی ۳ درصد آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید YF-L904 (کریستین هانسن، دانمارک) که شامل سویه های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه *بولگاریکوس* بودند.

تیمار ۳ (C۳): حاوی ۳ درصد از آغازگر آغازگرهای تولید کننده اگزوپلی ساکارید (Y 8.86 و L904) و آغازگر تجارتي DELVO-TEC بود.

تیمار کنترل (CC): حاوی ۳ درصد آغازگر تجارتي DELVO-TEC (دی اس ام، استرالیا) مصرفی در صنعت بود که شامل گونه های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*، *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه *بولگاریکوس*، *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *کرموریس* و *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *لاکتیس* بودند.

در طول رسیدن پنیر واکنش‌های بیوشیمیایی مختلفی از جمله پروتئولیز، لیپولیز و گلیکولیز اتفاق می افتد که این سه واکنش عامل اصلی تغییرات بافت در طی رسیدن و همچنین مبنای ایجاد عطر و طعم در پنیر می هستند (دیدری و فرهنگ‌دوی ۱۳۸۲). پروتئولیز مهمترین و پیچیده ترین واکنشی است که در طول رسیدن اتفاق می افتد که توسط آنزیم های شیر (عمدتاً پلاسمین)، رنین (پپسین و کیموزین) و آنزیم های آزاد شده از باکتری های آغازگر و میکروفلور ثانوی انجام می گیرد (سوسا و همکاران ۲۰۰۱). تحقیقات نشان داده است که استفاده از سویه های EPS^+ می تواند باعث افزایش شدت پروتئولیز شود (پیترسون و همکاران ۲۰۰۰).

لیپولیز یک واکنش بیوشیمیایی مهمی است که در طول رسیدن و توسط آنزیم‌های لیپولیتیک در داخل دلمه رخ می دهد. اسید های چرب آزاد که در طول لیپولیز آزاد می شوند به ویژه اسید های چرب با زنجیره کوتاه و متوسط به طور مستقیم در طعم پنیر نقش دارند (کولینز و همکاران ۲۰۰۳).

استفاده از سویه های تولید کننده اگزوپلی ساکارید می تواند با جذب آب توسط پلی ساکاریدهای مترشحه در جلوگیری از آب اندازی پنیر نرم UF موثر باشد. در این مقاله تاثیر سویه های تولید کننده اگزوپلی ساکارید بر پروتئولیز و لیپولیز پنیر سفید فراپالایشی مورد بررسی قرار می گیرد.

مواد و روش‌ها

تولید پنیر سفید فراپالایشی: نمونه های پنیر در کارخانه پگاه تبریز به روش معمول کارخانه تهیه شد. شیر خام با ۳/۲٪ چربی و $\text{pH}=6.67$ بعد از عبور از پیش سرد کن، کلاریفایر، دستگاه باکتریفوژ و دستگاه خلاء وارد دستگاه پاستوریزاتور شده و در دمای 72°C درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ ثانیه پاستوریزه گردید. در دستگاه اولترافیلتراسیون با غشاهای مارپیچی شماره UFPH20 (Invensys APV، دانمارک) افزایش یافت. رتنتیت (۳۴

در این تحقیق از طرح اسپلیت پلات در زمان بر پایه بلوک های کامل تصادفی استفاده شد. نتایج با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه تحلیل شده و مقایسه میانگین ها با آزمون توکی انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها نشان داد که طی دوره نگهداری بیشترین مقدار آب اندازی برای تمام نمونه ها مربوط به روز ۶۰ و کمترین مقدار آب اندازی برای تمامی پنیر ها مربوط به روز ۱۵ رسیدن می شود به استثنای نمونه کنترل که در روز ۱ کمترین مقدار را دارا بود. پنیر کنترل دارای بیشترین مقدار آب اندازی در نتیجه کمترین میزان رطوبت و تیمار دوم حاوی آغازگر L904 دارای کمترین میزان آب اندازی در نتیجه بیشترین میزان رطوبت بود. تیمار C۲ دارای تفاوت معنی داری ($P < 0.005$) با تمامی تیمار ها بود ولی تفاوت آب اندازی بین تیمار C۱ و C۲ غیر معنی دار ($P < 0.05$) بود (شکل ۱).

اعتقاد بر این است که EPS ها می توانند با آب اتصال برقرار کنند و نیز آب را در داخل شبکه پنیر محبوس کنند (حسن ۲۰۰۸). مطالعات زیادی تاثیر آغازگر های تولید کننده اگزوپلی ساکارید در افزایش رطوبت پنیر را اثبات کرده است (پری و همکاران ۱۹۹۷). نتایج این مطالعه نشان داد که آب اندازی نمونه های تهیه شده با آغازگر L904 (۸/۲۱٪) کمتر از آغازگرهای Y8.86C (۱۴/۵۶٪) و تیمار ۳ (۱۴/۷۰٪) بود. دلیل این امر می تواند بستگی به خصوصیات فیزیکوشیمیایی EPS اختصاصی، بار، و توانایی برهم کنش با پروتئین های شیر و ازاین رو باند کردن آب داشته باشد (دجیست و همکاران ۲۰۰۱).

پنیر خروجی از سردخانه نمونه های روز اول بودند. سپس نمونه های تولیدی به مدت ۶۰ روز در سردخانه ۸ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. در طول نگهداری در فواصل زمانی ۱، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز از آن ها به روش تصادفی نمونه برداری شد و آزمایش های لازم انجام گردید.

اندازه گیری میزان آب اندازی

اندازه گیری آب اندازی از طریق نسبت وزنی آب پنیر به دلمه بعد از خروج آب دلمه انجام شد (جیمز گازمن و همکاران ۲۰۰۹).

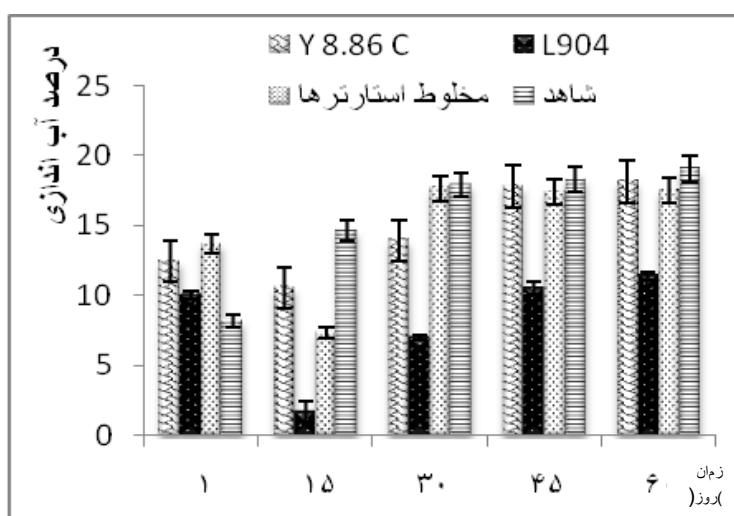
ارزیابی پروتئولیز

ارزیابی پروتئولیز در پنیر ها با اندازه گیری ازت محلول در $pH=4/6$ ، ازت محلول در تری کلرو استیک اسید و الکتروفورز انجام شد. آماده سازی و استخراج ازت محلول در $pH=4/6$ طبق روش اصلاح شده کوچورو و فاکس (۱۹۸۲) صورت گرفت. نیتروژن محلول در تری کلرو استیک اسید ۱۲ درصد با روش (کوچورو و فاکس ۱۹۸۲) انجام شد. نیتروژن محتوی هر یک از محلول های استخراجی با استفاده از روش کلدال تعیین شد. الکتروفورز اجزای نا محلول در $pH=4/6$ با استفاده از ژل های اوره-پلی آکریل آمید (Urea-PAGE) با استفاده از دستگاه الکتروفورز مدل اختریان با ژل عمودی مطلق روش شلابی و فاکس (۱۹۸۷) انجام شد.

ارزیابی لیپولیز

ارزیابی لیپولیز از طریق تعیین اندیس اسیدی به وسیله تیتراسیون انجام گرفت. چربی از نمونه های پنیر با استفاده از دی اتیل اتر استخراج شد و اندیس اسیدی چربی (میلی اکلی والان در ۱۰۰ گرم چربی) با استفاده از تیتراسیون با پتاس الکی تعیین گردید (نونز و همکاران ۱۹۹۶).

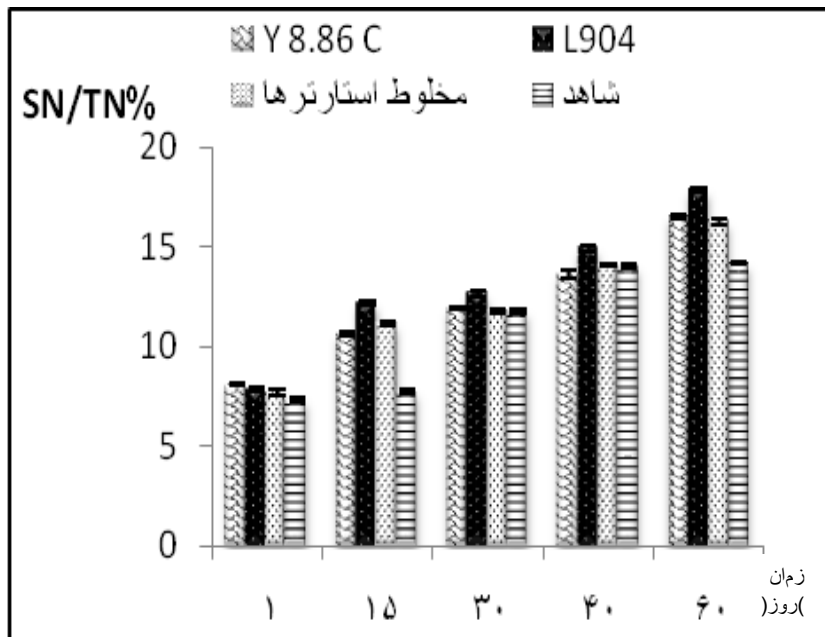
طرح آماری



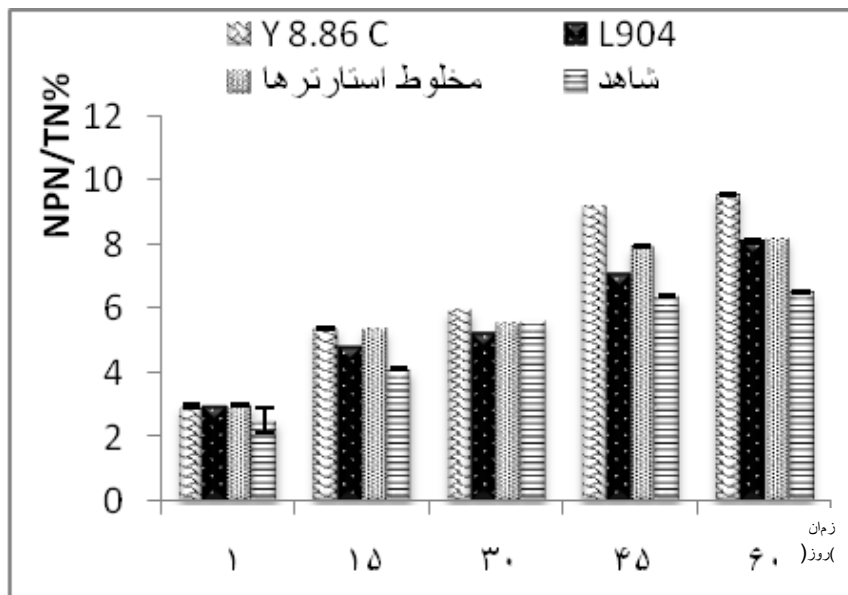
شکل ۱- تأثیر آغازگرهای تولید کننده اگزوپلی ساکارید در میزان آب اندازی پنیر UF طی دوره نگهداری

پنیرهای تهیه شده با آغازگرهای EPS⁺ می‌تواند به افزایش محتوای رطوبت این پنیرها یا فعالیت پروتئولیتیک یا اتولیتیک نژاد استارتر افزوده شده نسبت داده شود. زیسا و شاه (۲۰۰۵)، بیان کردند که پروتئولیز بیشتری در پنیر با رطوبت بالاتر اتفاق می‌افتد. محتوای رطوبتی بالاتر دسترسی به آنزیمهای پروتئولیتیک را افزایش داده و نتیجه آن تسریع پروتئولیز می‌باشد. بالترا بودن میزان ازت محلول به ازت کل را در نمونه‌های تهیه شده با سویه‌های EPS⁺ را می‌توان به میزان بالاتر رطوبت آن‌ها نسبت داد.

میزان ازت محلول در pH=۴/۶ یکی از اندیس‌های رسیدن پنیر است و به طور عمده توسط رنت و پلاسمین تولید می‌گردد (ویت و همکاران ۲۰۰۵). میزان ازت محلول به ازت کل (SN) در تمامی نمونه‌های پنیر در طول دوره رسیدن دارای روند صعودی بود (شکل ۲). درصد ازت محلول به ازت کل در پنیر تهیه شده با آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید L904 (C2) بیشترین مقدار و در نمونه کنترل کمترین مقدار را داشت به طوری که بین نمونه C2 و کنترل تفاوت معنی داری وجود داشت. اختلاف فاکتور رسیدن بین تیمارهای C1 و C3 غیر معنی داری با تیمارهای C2 و کنترل اختلاف معنی داری (P<۰/۰۵) داشتند. دوبور و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیدند که میزان نیتروژن محلول در آب در پنیرهای تهیه شده با آغازگرهای تولید کننده EPS⁺ بیشتر بود. در طول رسیدن مقدار WSN در تمامی پنیرها افزایش یافت. که می‌تواند به خاطر ادامه تجزیه کازئین‌ها به پپتیدهای محلول در آب با وزن مولکولی پایین و آمینواسیدها توسط منعقد کننده‌های باقی مانده و فعالیت پروتئولیتیکی کشت‌های آغازگر پنیر باشد. به عقیده آن‌ها افزایش محتوای WSN در



شکل ۲- تاثیر آغازگرهای EPS+ بر ازت محلول در Ph=۴/۶



شکل ۳- تاثیر آغازگرهای EPS+ بر ازت غیر پروتئینی

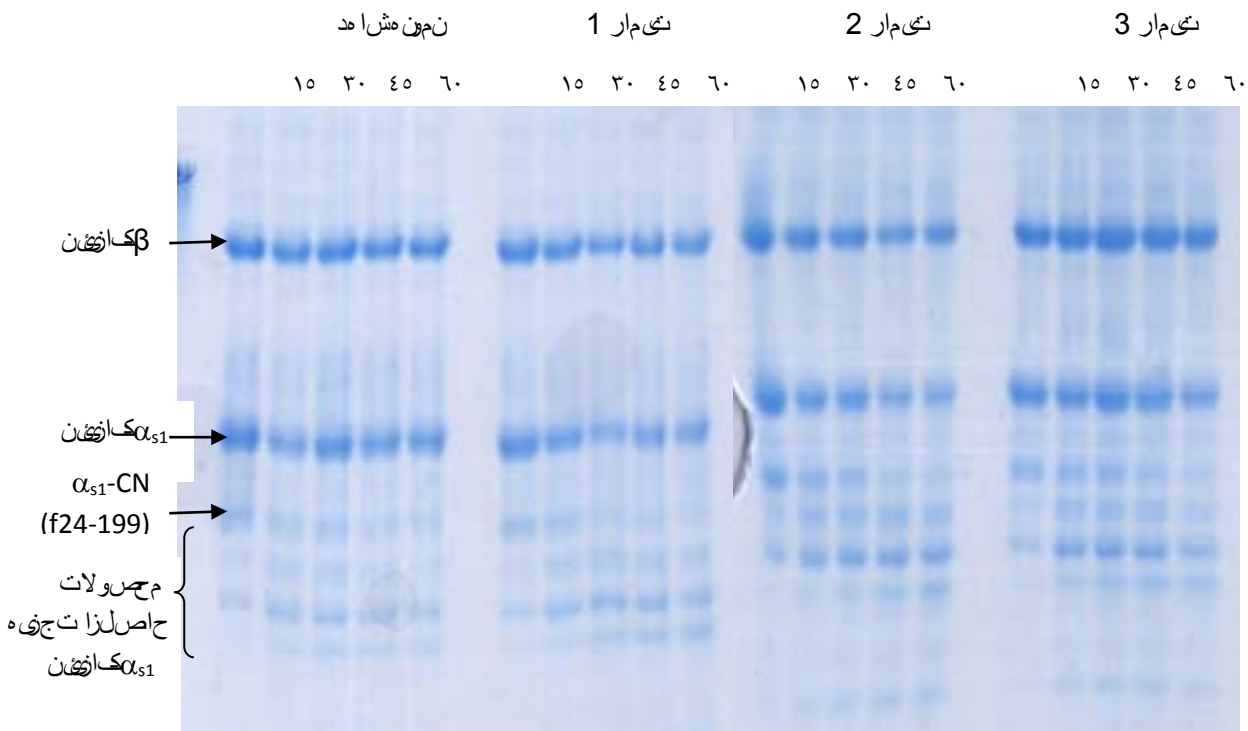
مقدار NPN/TN% به ترتیب متعلق به پنیر تهیه شده با آغازگر EPS+ Y8.86C (C1)، پنیر تهیه شده با مخلوط آغازگرهای EPS+ و EPS- (C3)، نمونه حاوی آغازگر L904 (C2) و تیمار کنترل بود (شکل ۳). طی دوره رسیدن پنیر، پپتیدهای درشت مولکول و متوسط تحت تاثیر آنزیم‌های مایه پنیر و آغازگر به اسیدهای آمینه

همچنین مقدار ازت غیر پروتئینی (ازت محلول در تری کلرو استیک اسید) در طول رسیدن تمام نمونه‌های پنیر افزایش معنی‌داری نشان داد ($P > 0.05$). پروتئین‌های باکترایی آغازگرها و غیر آغازگرها به طور اساسی مسئول تشکیل ازت محلول در تری کلرو استیک اسید هستند (فاکس ۱۹۹۳). نتایج مشخص کرد که بیشترین

کازئین طی ۶۰ روز رسیدن در پنیرها چندان محسوس نبود (بچ ۱۹۹۳). شدت باند های β -کازئین تقریباً در طول نگهداری مشابه بود که نشان می دهد سویه های تولید کننده EPS و آغازگر تجاری دارای فعالیت پروتئولیتیکی بالایی نبودند. همان طور که الکتروفورتوگرام نشان می دهد، هیدرولیز α_{s1} کازئین در نمونه پنیرهای حاوی سویه های تولید کننده EPS بیشتر از نمونه پنیرهای کنترل بود. این واقعیت می تواند به عمل آنزیم های پروتئولیتیک این سویه ها و همچنین به علت نگهداری و جذب رنت در نتیجه میزان کمتری سینرسیس در طی فرآیند پنیر نسبت داده شود (سنتنو و همکاران ۱۹۹۹).

و پپتید هایی با وزن مولکولی کم که در تری کلرواستیک اسید ۱۲٪ محلول می باشند، شکسته شده و در صد ازت غیر پروتئینی افزایش می یابد (سیلوا و همکاران ۲۰۰۵). بالاتر بودن میزان NPN/TN % در تیمار ۱ نشان دهنده فعالیت پپتیدولیتیکی بالای این آغازگر ها است. همچنین می توان بالابودن مقدار این اندیس در پنیر های تهیه شده با آغاز گر های EPS⁺ را نسبت به پنیر کنترل به بالا بودن میزان رطوبت در این پنیر ها نسبت داد.

الگوی الکتروفورز اجزای نامحلول در pH=۴/۶ در طول دوره نگهداری در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطور که از شکل مشخص است میزان پروتئولیز در طول نگهداری بسیار ناچیز انجام شده است. تجزیه β -



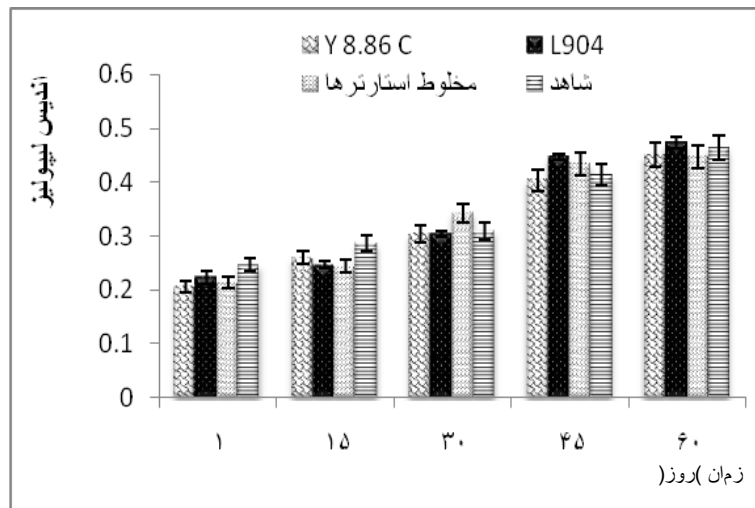
شکل ۴- الکتروفورتوگرام مربوط نمونه های مختلف پنیر با آغازگرهای مختلف

به عمل لیپازهای طبیعی شیر، آنزیم های لیپولیتیک باکتری های آغازگر و غیرآغازگر، لیپازهای باکتری های سایکروتروفیک نسبت داده می شود. اسیدهای چرب تولید شده در ادامه می توانند به متیل کتون ها و تیواسترها که ترکیبات مسئول عطر و طعم هستند،

شکل ۵- تغییرات اندیس اسیدی پنیر UF را طی دوره نگهداری نشان می دهد. نتایج حاصله بیانگر افزایش مقدار این اسید ها در طول رسیدن است. بین تیمار ها از نظر اندس لیپولیز تفاوت معنی داری ($P > 0.05$) وجود نداشت. هیدرولیز چربی شیر طی تهیه پنیر و رسیدگی

باکتری های آغازگر مورد استفاده قابل ملاحظه نبوده است.

تبدیل شوند (ساران تینی پولوس و همکاران ۲۰۰۱). این نتایج نشان می دهد که تفاوت در فعالیت لیپولیتیک



شکل ۵- تاثیر آغازگرهای EPS⁺ بر الگوی لیپولیز طی دوره رسیدن

نتیجه گیری

نشان داد که فعالیت لیپولیتیکی آغازگرهای مورد استفاده اختلاف معنی داری ($P > 0.05$) با هم نداشته‌اند و افزایش میزان رطوبت و نوع سویه بر شدت لیپولیز تأثیری نداشت.

با توجه به تاثیر مثبتی آغازگر تولید کننده اگزوپلی ساکارید (L904) روی کاهش آب اندازی و افزایش میزان پروتئولیز پنیر UF داشت، پیشنهاد می شود که استفاده از این آغازگر می تواند در بهبود کیفیت این پنیر موثر باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد اختلاف معنی داری ($P < 0.05$) در مقدار پروتئولیز بین نمونه های مختلف پنیر های حاوی آغازگرهای اگزوپلی ساکارید و نمونه کنترل وجود داشت. میزان آب اندازی در پنیر های حاوی سویه های تولید کننده اگزوپلی ساکارید کمتر بود که نشان دهنده میزان بالای رطوبت ان ها است. این مطالعه نشان داد که افزایش رطوبت در افزایش میزان پروتئولیز موثر است. نتایج حاصل از ارزیابی لیپولیز

منابع مورد استفاده

دیدری م و فرهنودی ف. ۱۳۷۹، کاربرد فرآپالایش (اولترافیلتراسیون) UF در صنایع لبنی، نشر شرکت تعاونی کارخانجات شیر پاستوریزه تهران.

Ahmed NH, Soda MEI, Hassan AN, Frank J. 2005. Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. *LWT* , 38, 843-847.

Awad S, Hassan AN, and Muthukumarappan K. 2005. Application of Exopolysaccharide-Producing Cultures in Reduced-Fat Cheddar Cheese: Texture and Melting Properties. *Journal of Dairy Science* , 88, 4204-4213.

Bech AM. 1993. Characterising ripening in UF cheese. *International Dairy Journal* , 3, 329-342.

Collins YF, McSweeney PLH, and Wilkinson MG. 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese. A review of current knowledge. *International Dairy Journal* , 13, 841-866.

- Degeest B, Vaningelgem F, De Vayest L. 2001. Microbial Physiology, fermentation kinetics, and process engineering of heteropolysaccharides from lactic acid bacteria. *International Dairy Journal* , 11, 747-757.
- Duboc P and Mollet B. 2001. Applications of exopolysaccharides in the dairy industry. *International Dairy Journal* , 11, 759-768
- Dabour N, Kheadr E, Benhamou N, Fliss I, and LaPointe G. 2006. Improvement of Texture and Structure of Reduced-Fat Cheddar Cheese by Exopolysaccharide-Producing Lactococci. *Journal of Dairy Science* , 89, 95-110.
- Hassan A N. 2008. ADSA Foundation Scholar Award: possibilities and challenges of exopolysaccharide-producing lactic cultures in dairy foods. *Journal of Dairy Science* , 91, 1282-1298.
- Jimenez-Guzman J, Flores-Najera A, Cruz-Guerrero A E, Garcia-Garibay M. 2009. Use of an exopolysaccharide-producing strain of *Streptococcus thermophilus* in the manufacture of Mexican Panela cheese. *LWT - Food Science and Technology* , 42, 1508-1512.
- Kuchroo C N, Fox P F. 1982. Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft* , 37, 331-335.
- Marshall V M., and Rawson HL. 1999. Effects of exopolysaccharide-producing strains of thermophilic lactic acid bacteria on the texture of stirred yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 34, 137-143.
- Nunez M, Garcia-Aser C, Rodriguez-Martin A, Medina M, and Gaya P. 1996. The effect of ripening and cooking temperatures on proteolysis and lipolysis in manchego cheese. *Journal of Food Chemistry* , 21, 115-123.
- Sarantinopoulos, P., Andrighetto, C., Georgalaki, M. D., Rea, M. C., Lombardi, A., Cogan, T. M., Kalantzopoulos, G., and Tsakalidou, E. (2001). Biochemical properties of enterococci relevant to their technological performance. *International Dairy Journal* , 11, 621-647.
- Shalabi S I, and Fox P F. 1987. Electrophoretic analysis of cheese: comparison of Methods. *Irish Journal of Food Science and Technology* , 11, 135-151.
- Perry D B, McMahon D J, Oberg C J. 1997. Effect of exopolysaccharide-producing cultures on moisture retention in low fat mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science* , 80, 799-805.
- Peterson B L, Dave R I, McMahon DJ, Oberg CJ, and Broadbent JR. 2000. Influence of capsular and rropy exopolysaccharide producing *Streptococcus thermophilus* on Mozzarella cheese and cheese whey. *Journal of Dairy Science* , 83, 1952-1956.
- Silva SV, and Malkata FX. 2005. Comparative activity of two plant proteinases upon caprine caseins in solution. *Journal of Food Chemistry* , 71, 207-214.
- Sousa MJ, Ardo Y, McSweeney P L H. 2001. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal* , 11, 327-345.
- Sutherland W. 1972. Bacterial exopolysaccharides. *Advances in Microbial Physiology* , 8, 143-213.
- 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, 957-972.
- Wit M, Osthoff G, Viljoen B C. and Hugo A . 2005. A Comparative study of lipolysis and proteolysis in cheddar cheese and yeast- inoculated cheddar cheeses during ripening. *Enzyme and Microbial Technology*. 37, 606-616.