نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۳ شماره ۲/ سال ۱۳۹۲

تاثیر آغازگرهای تولید کننده اگزوپلی‌ساکارید بر روی پروتئولیز و لیپولیز پنیر سفید فراپالایشی

نگین زارع جمشیدی[۱] و جواد حصاری[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/٤/۱۹

[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 اگزوپلی‌ساکارید (EPS^+) بر پروتئولیز و لیپولیز پنیر سفید فراپالایش بررسی گردید. چهار تیمار پنیر تولید شد شامل تیمار ۱ حاوی آغازگر تولید کننده اگزوپلی‌ساکارید Y8.86 و بدون آغازگر تجاری، تیمار ۲ حاوی آغازگر تولید کننده اگزوپلی‌ساکارید L904 و بدون آغازگر تجاری، تیمار ۳ حاوی آغازگرهای تولید کننده اگزوپلی‌ساکارید (Y 8.86 و L904) همراه با آغازگر تجاری و تیمار کنترل فقط حاوی آغازگر تجاری DELVO-TEC تهیه شدند. پنیر های تولیدی در دمای $^{\circ}C$ ۸-۱۰ به مدت ٦۰ روز نگهداری شد. ارزیابی پروتئولیز در پنیر با استفاده از اوره پلی آکریل آمید ژل الکتروفورزو همچنین اندازه‌گیری ازت محلول در pH= ٤/٦، ازت غیرپروتئینی (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= ٤/٦، ازت محلول در تری کلرو استیک اسید و اندیس لیپولیز در طول رسیدن پنیر افزایش ($P<۰/۰۵$) پیدا کرد. در طول رسیدن پنیر اختلاف در مقدار ازت محلول در pH=٤/٦ 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 اگزوپلی‌ساکارید در شکستن α_{s1}-کازئین موثر بودند. مقدار اندیس اسیدی در نمونه های حاوی آغازگرهای EPS^+ و نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) نداشت که نشان‌دهنده عدم تاثیر آغازگرهای EPS^+ روی شدت لیپولیز در پنیر بود.

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

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

N Zare Jamshidi[1] and J Hesari[*2]

Received: February 1, 2012 Accepted: July 10, 2013
[1]MSc Student, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Associate 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, tricholoracetic 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 woreds: Starter, Exopolysaccharide, Ultrafiltered white cheese, Proteolysis, Lipolysis

مقدمه:

اگزو پلی 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 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 می‌شوند (ساترلند ۱۹۷۲). EPS ها باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب شبکه پروتئینی و تولید پنیر نرم تر می‌شود 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).

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 فرهنودی ۱۳۸۲). پروتئولیز مهمترین و پیچیده ترین واکنشی است که در طول رسیدن اتفاق می افت که توسط آنزیم های شیر (عمدتا 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 بیوشیمیای 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 فراپالایش: نمونه های پنیر در کارخانه پگاه تبریز به روش معمول کارخانه تهیه شد. شیر خام با ۳/۲ ٪ چربی و pH=٦/٦٧ بعد از عبور از پیش سرد کن، کلاریفایر، دستگاه باکتریفوژ و دستگاه خلاء وارد دستگاه پاستوریزاتور شده و در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ ثانیه پاستوریزه گردید. در دستگاه اولترافیلتراسیون با غشاهای مارپیچی شماره UFPH20 (Invensys APV ، دانمارک) افزایش یافت. رتنتیت (۳٤ ٪ ماده خشک، ۱۱/۹ ٪ پروتئین و ۱۷/۵ ٪ چربی) در دمای ۵۵°C و فشار ۷۰ بار هموژنیزه و در دمای ۷۲°C به مدت ۱ دقیقه مجددا پاستوریزه شد. سپس تا دمای ۳۷°C جهت مایه‌زنی سرد گردید و در تانک‌های ۳ تنی ذخیره شد. آنگاه ۳ درصد آغازگر مختلف در قالب ٤ تیمار به رتنتیت با دمای ۳۰°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 لیوان ها 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 ٤۸ ساعت در گرمخانه با دمای ۲۵°C و ٤۸ ساعت در سردخانه با دمای ٤°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..

تیمار۲ (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.

تیمار۳ (C۳): حاوی ۳ درصد از آغازگر آغازگرهای تولید کننده اگزوپلی ساکارید (Y 8.86 و L904) و آغازگر تجارتی DELVO-TEC بود.

تیمار کنترل (CC): حاوی ۳ درصد آغازگر تجارتی 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.

پنیر خروجی از سردخانه نمونه های روز اول بودند. سپس نمونه های تولیدی به مدت ٦٠ روز در سردخانه ٨ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. در طول نگهداری در فواصل زمانی ١، ١٥، ٣٠، ٤٥ و ٦٠ روز از آن ها به روش تصادفی نمونه برداری شد و آزمایش‌های 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 (جیمنز گازمن و همکاران ٢٠٠٩).

ارزیابی پروتئولیز

ارزیابی پروتئولیزدر پنیر ها با اندازه گیری ازت محلول در pH=٤/٦ ، ازت محلول در تری کلرو استیک اسید و الکتروفورز انجام شد. آماده‌سازی و استخراج ازت محلول در pH= ٤/٦ طبق روش اصلاح شده کوچورو و فاکس (١٩٨٢) صورت گرفت. نیتروژن محلول در تری کلرو استیک اسید ١٢ درصد با روش (کوچورو و فاکس ١٩٨٢) انجام شد. نیتروژن محتوی هر یک از محلول های استخراجی با استفاده از روش کلدال تعیین شد. الکتروفورز اجزای نا محلول در pH=٤/٦ با استفاده از ژل های اوره-پلی آکریل آمید (Urea-PAGE) با استفاده از دستگاه الکتروفورز مدل اختریان با ژل عمودی مطلبق روش شلابی و فاکس (١٩٨٧) 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 اکی والان در ١٠٠ گرم چربی) با استفاده از تیتراسیون با پتاس الکلی تعیین گردید (نونز و همکاران ١٩٩٦).

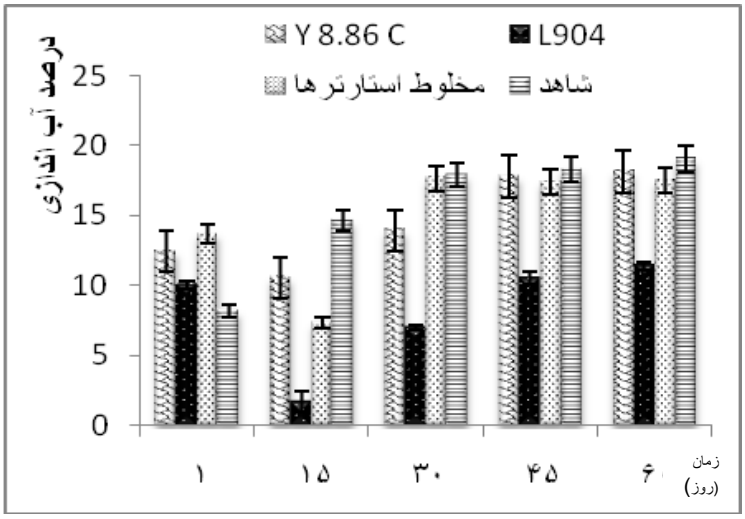
طرح آماری

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

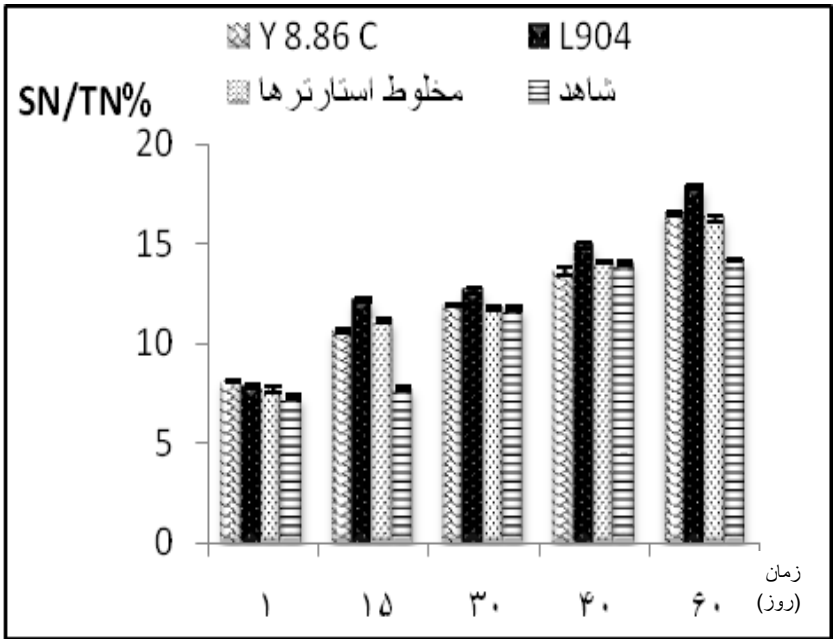
نتایج حاصل از مقایسه میانگین ها نشان داد که طی دوره نگهداری بیشترین مقدار آب اندازی برای تمام نمونه ها مربوط به روز ٦٠ و کمترین مقدار آب اندازی برای تمامی پنیر ها مربوط به روز ١٥رسیدن می شود به استثنای نمونه کنترل که در روز ١ کمترین مقدار را دارا بود. پنیر کنترل دارای بیشترین مقدار آب اندازی در نتیجه کمترین میزان رطوبت و تیمار دوم حاوی آغازگر L904 دارای کمترین میزان آب اندازی در نتیجه بیشترین میزان رطوبت بود. تیمار C٢ دارای تفاوت معنی داری (P>٠/٠٠٥) با تمامی تیمار ها بود ولی تفاوت آب اندازی بین تیمار C١ و C٢ غیر معنی دار(P >٠/٠٥) بود (شکل ١).

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 ٢٠٠٨). مطالعات زیادی تاثیر آغازگر های تولید کننده اگزوپلی ساکارید در افزایش رطوبت پنیر را اثبات کرده است (پری و همکاران ١٩٩٧). نتایج این مطالعه نشان داد که آب اندازی نمونه های تهیه شده با آغازگر L904 (٨/٢١٪) کمتر از آغازگرهای Y8.86C (١٤/٥٦٪)و تیمار ٣ (١٤/٧٠٪) 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 ٢٠٠١).

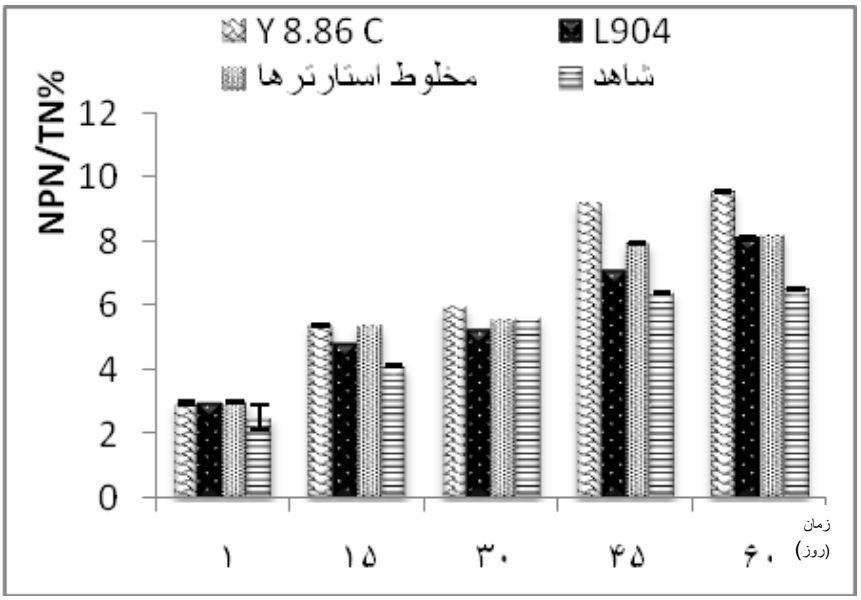


شکل ۱- تاثیر آغازگر های تولید کننده اگزوپلی ساکارید در میزان آب اندازی پنیر UF طی دوره نگهداری

میزان ازت محلول در pH=٤/٦ یکی از اندیس های رسیدن پنیر است و به طور عمده توسط رنت و پلاسمین تولید می گردد (ویت و همکاران ۲۰۰۵). میزان ازت محلول به ازت کل (SN) در تمامی نمونه های 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 دار ولی با تیمار های C2 و کنترل اختلاف معنی داری (P>۰/۰۵)داشتند. دوبور و همکاران (۲۰۰٦) در بررسی های خود به این نتیجه رسیدند که میزان نیتروژن محلول در آب در پنیر های تهیه شده با آغازگر های تولید کننده EPS بیشتربود. در طول رسیدن مقدار WSN در تمامی پنیر ها افزایش یافت. که می تواند به خاطر ادامه تجزیه کازئین ها به پپتید های محلول در آب با وزن مولکولی پایین و آمینواسید ها توسط منعقد کننده های
باقی مانده و فعالیت پروتئولیتیکی کشت های آغازگر پنیر باشد. به عقیده آن ها افزایش محتوای WSN در پنیر های تهیه شده با آغازگر های EPS^+ می تواند به افزایش محتوای رطوبت این پنیر ها 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 می افتد. محتوای رطوبتی بالاتر دسترسی به آنزیم های پروتئولیتیک را افزایش داده و نتیجه آن تسریع پروتئولیز می باشد. بالتر بودن میزان ازت محلول به ازت کل را در نمونه های تهیه شده با سویه های EPS^+ را می توان به میزان بالاتر رطوبت آن ها نسبت داد.



شکل۲-تاثیر آغازگرهای EPS^+ بر ازت محلول در Ph=۴/۶

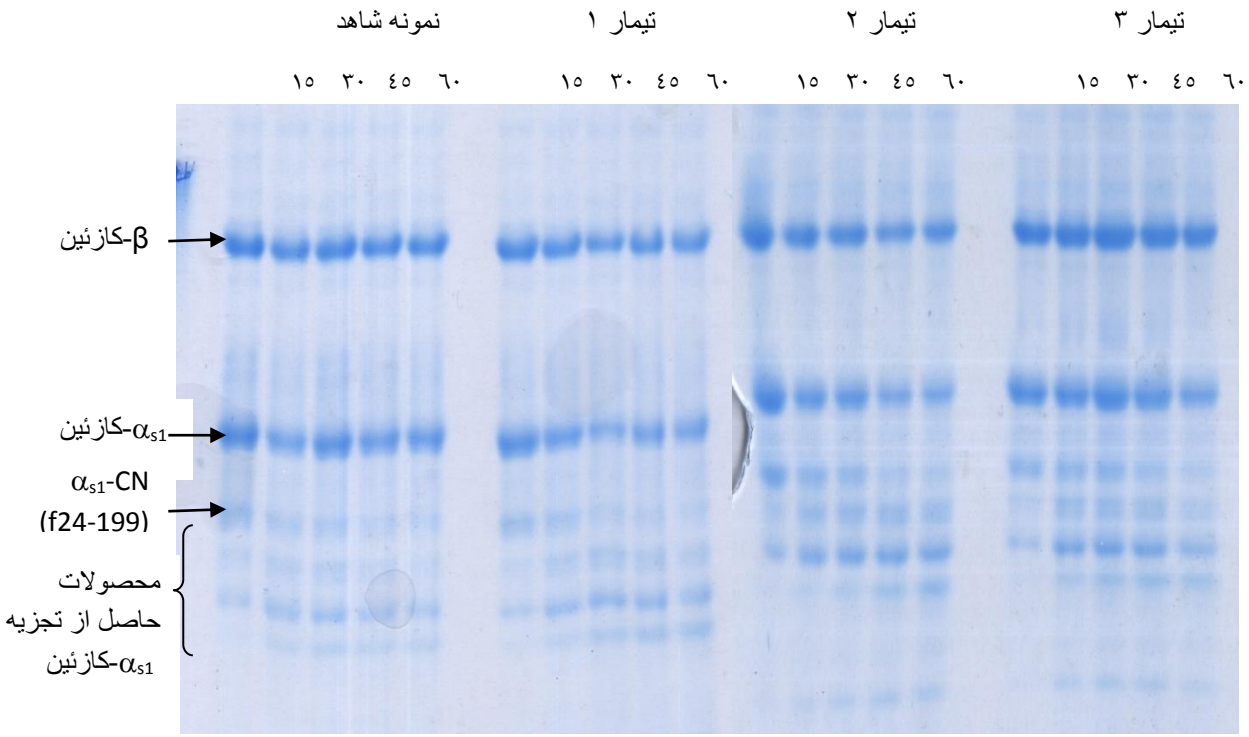


شکل ۳- تاثیر آغازگرهای EPS^+ بر ازت غیر پروتئینی

همچنین مقدار ازت غیر پروتئینی (ازت محلول در تری کلرو استیک اسید) در طول رسیدن تمام نمونه های پنیر افزایش معنی داری نشان داد ($P<۰/۰۵$). پروتئازهای باکترایی آغازگر ها و غیر آغازگر ها به طور اساسی مسئول تشکیل ازت محلول در تری کلرو استیک اسید هستند (فاکس ۱۹۹۳). نتایج مشخص کرد که بیشترین مقدار NPN/TN٪ به ترتیب متعلق به پنیر تهیه شده با آغازگر EPS^+ Y8.86C (C1)، پنیر تهیه شده با مخلوط آغازگر های EPS^+ و EPS^- (C3)، نمونه حاوی آغازگر L904 (C2) و تیمار کنترل بود (شکل ۳). . طی دوره رسیدن پنیر، پپتید های درشت مولکول و متوسط تحت تاثیر آنزیم های مایه پنیر و آغازگر به اسید های آمینه

و پپتیـد هـایی بـا وزن مولکـولی کـم کـه در تـری کلرواستیک اسید ۱۲٪ محلول می باشند، شکسته شده و در صد ازت غیر پروتئینـی افـزایش مـی یابـد (سـیلوا و همکـاران ۲۰۰۵). بـالاتر بـودن میـزانNPN/TN ٪ در تیمـار ۱ نشـان دهنـده فعالیـت پپتیـدولیتیکی بـالای ایـن آغازگر ها است. همچنین می توان بـالابودن مقـدار ایـن اندیس در پنیر های تهیه شده با آغاز گر هـای EPS^+ را نسبت به پنیر کنترل به بالا بودن میزان رطوبـت در ایـن پنیر ها نسبت داد.

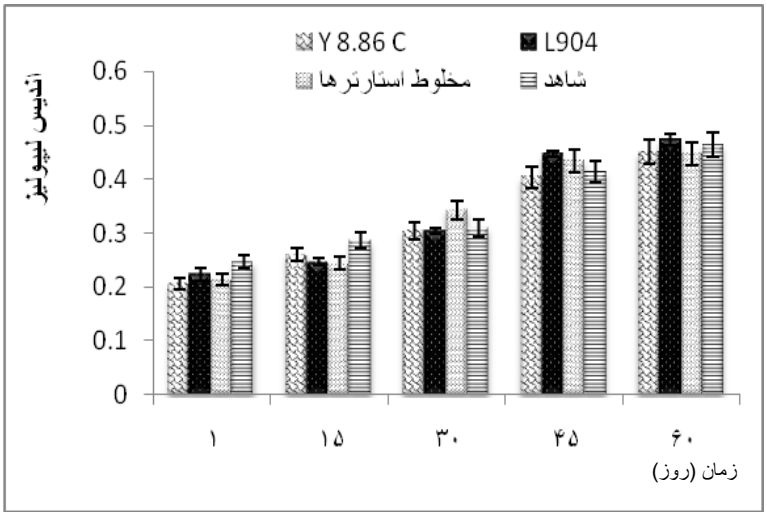
الگوی الکتروفورز اجزای نامحلول در pH=٤/٦ در طول دوره نگهداری در شکل ٤ نشان داده شده است. همانطور که از شکل مشخص است میزان پروتئولیز در طول نگهداری بسیار ناچیز انجام شده است. تجزیه β-کازئین طی ٦٠ روز رسیدن در پنیرها چندان محسوس نبود (بچ ۱۹۹۳). شدت باند های β-کازئین تقریبا در طول نگهداری مشابه بود که نشان می دهد سویه های تولید کننده EPS و آغازگر تجاری دارای فعالیت پروتئولیتکی بالایی نبودند. همان طور که الکتروفورتوگرام نشان می‌دهد، هیدرولیز α_{s1} کازئین در نمونه پنیرهای حاوی سویه های تولید کننده EPS بیشتر از نمونه پنیرهای کنترل بود. این واقعیت می‌تواند به عمل آنزیم‌های پروتئولیتیک این سویه‌ها و همچنین به علت نگهداری و جذب رنت در نتیجه میزان کمتر سینرسیس در طی فرآیند پنیر نسبت داده شود (سنتنو و همکاران ۱۹۹۹).



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

شکل ٥- 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 ($P<۰/۰٥$) وجود نداشت. هیدرولیز چربی شیر طی تهیه پنیر و رسیدگی به عمل لیپازهای طبیعی شیر، آنزیم‌های لیپولیتیک باکتری‌های آغازگر و غیرآغازگر، لیپازهای باکتری‌های سایکروتروفیک نسبت داده می‌شود. اسیدهای چرب تولید شده در ادامه می‌توانند به متیل کتون‌ها و تیواسترها که ترکیبات مسئول عطر و طعم هستند،

تبدیل شوند (ساران تینی پولوس و همکاران ۲۰۰۱). این نتایج نشان می دهد که تفاوت در فعالیت لیپولیتیک باکتری های آغازگر مورد استفاده قابل ملاحظه نبوده است.



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

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد اختلاف معنی داری ($P>۰/۰۵$) 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 نشان داد که فعالیت لیپولیتیکی آغازگرهای مورد استفاده اختلاف معنی داری ($P<۰/۰۵$) با هم نداشته‌اند و افزایش میزان رطوبت و نوع سویه بر شدت لیپولیز تاثیری 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.

منابع مورد استفاده

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

Ahmed NH, Soda MEl, 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 reviewof current knoledge. 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 acide 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, Garcıa-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. Michwissenchaft , 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 lypolysis 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 propertis 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 ropy 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 upen 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.