بررسی هیدرولیز آنزیمی پرمیت حاصل از اولترافیلتراسیون شیر پنیرسازی

آزیتا نعمتی[۱*]، محمد علیزاده[۲]، زهرا قاسم پور[۳]

۱- کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی
۲- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه
۳- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۰۱)

چکیده

پرمیت فرآورده‌ی فرعی حاصل از عملیات اولترافیلتراسیون در نوعی فرآیند پنیرسازی است که به شکل مایع از غشا تراوش نموده و عمدتا حاوی ٤/٨ – ٤/٥ درصد لاکتوز(٨٠ درصد مقدار اولیه) و ٠/٤٧ –٠/٤٤ نمک‌های معدنی است. برتری مهم پرمیت در مقایسه با آب پنیر کارخانه‌هایی که با روش غیراولترافیلتراسیون پنیر تولید می‌کنند این است که لاکتوز را می‌توان به‌صورت دست‌نخورده حفظ کرد و در آن میکروب و آنزیمی وجود ندارد و از طرفی pH پرمیت در حدود ٦/٥ است که با pH مطلوب آنزیم بتاگالاکتوزیداز هم‌خوانی دارد. در این پژوهش پرمیت آزمایش‌شده مربوط به کارخانه‌ی پگاه ارومیه است که نمونه‌های حرارت‌دیده طبق طرح آماده‌سازی گردید و در انکوباتور با دماهای (٣٥، ٤٠و٤٥) درجه‌ی سلسیوس و بازه‌ی زمانی (١ ، ٢/٥و٤) ساعت قرار داده شد. سپس تیمارهای تهیه‌شده برای سنجش میزان هیدرولیز آنزیمی و بررسی اثر آنزیم لاکتاز به کمک دستگاه میلکواسکن، با نقطه‌ی انجماد ارزیابی شد. نتایج نشان داد که نمونه‌ی حرارت‌دیده با غلظت آنزیمی ٠/١ در مدت زمان ١٥٠ دقیقه در دمای ٤٠ċ بهترین نتیجه را ارائه می‌دهد. در هر یک از نمونه‌ها کدورت وpH بررسی شدند. در نمونه‌های حرارت‌دیده کدورت کم‌تری مشاهده شد و pH روابط معنی‌داری را نشان نداد.

کلید واژگان: بتاگالاکتوزیداز، پرمیت، هیدرولیز آنزیمی

* مسئول مکاتبات: Azita.nemati@yahoo.com

۱- مقدمه

در ایران روزانه نزدیک به ۱۵۰۰ تن پرمیت تولید می‌شود که دو سوم آن مربوط به کارخانه‌های صنایع شیر است. پرمیت به‌طور متوسط دارای۵/۸ – ۵/٦ درصد ماده‌ی خشک و٤/٧ درصد لاکتوز است، بنابراین مقدار کل لاکتوز پرمیت فعلی به‌طور روزانه بالغ بر ۷۰ تن و به‌طور سالانه ۲۵۰۰۰ تن است که حدود ٤۰۰۰ تن این مقدار می‌تواند به‌صورت لاکتوز متبلور یا بی‌آب در اختیار بازار مصرف قرار گیرد و بنابراین باقی‌مانده باید به شکلی درآید که هم اقتصادی باشد و هم بازار فروش داشته باشد. برخی از محققان بر تاثیر اختلاط پرمیت با شیر بر ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی شیر و محصولات حاصل از آن تمرکز کرده‌اند [۱].

یکی از روش‌های مناسب جهت استفاده از پرمیت در تغذیه انسان هیدرولیز لاکتوز به قندهای گلوکز و گالاکتوز است. حاصل عملیات هیدرولیز آنزیمی لاکتوز تشکیل مونوساکاریدهای گلوکز و گالاکتوز و به میزان محدودی الیگوساکارید است. با تشکیل مونوساکاریدها و با توجه به شیرینی نسبی آن‌ها (۰/٦) نسبت به شیرینی دی‌ساکارید، لاکتوز(۰/۲۷) طعم شیرین ملایم و مطبوعی پیدا می‌کند. این شیرینی به معنی افزایش درصد قند نبوده و تأثیری بر میزان کالری‌زایی محصول ندارد. برتری مهم پرمیت در مقایسه با آب پنیر کارخانه‌هایی که با روش‌های غیراولترافیلتراسیون پنیر تولید می‌کنند این است که لاکتوز را می‌توان به‌صورت دست‌نخورده حفظ کرد. در روش‌های کلاسیک، در آب پنیر هم استارتر و هم آنزیم رنین ناشی از مایه‌ی پنیر وجود دارد و برای تبدیل لاکتوز باید با فرآیندی حرارتی، میکروب‌ها را نابود کرد که لاکتوز را تبدیل به اسیدلاکتیک نکنند. همین‌کار را درباره‌ی غیرفعال نمودن آنزیم نیز بایستی انجام داد. این فرآیند حرارتی علاوه بر ایجاد هزینه، امکان قهوه‌ای شدن را نیز به دنبال دارد، در حالی‌که در پرمیت میکروبی و آنزیم وجود ندارد، از طرف دیگر pH پرمیت در حدود ٦/۵ است که با pH مطلوب آنزیم بتاگالاکتوزیداز هم‌خوانی دارد [۲].

لاکتوز یک دی‌ساکارید متشکل از یک‌واحد گلوکز و یک‌واحد گالاکتوز است. این قند در طی مراحل هضم توسط آنزیم لاکتاز روده‌ای (بتاگالاکتوزیداز) به دو قند ساده‌ی فوق شکسته شده و سپس از طریق جدار مخاطی روده جذب جریان خون می‌شود. روی بخش فعال آنزیم لاکتاز دو گروه کربوکسیلی شناخته شده است، یکی از این گروه‌های کربوکسیلی اکسیژن گلیکوزیدیک را پروتونه می‌کند و منجر به شکسته شدن پیوند گلیکوزیدیک سوبسترا (لاکتوز) می‌شود. گروه کربوکسیلیک دیگر هم به‌صورت یک نوکلئوفیل رفتار می‌کند و کوالانت آنزیم گالاکتوزیل میانی را می‌سازد.

آنزیم لاکتاز حاصل از منابع گیاهی و حیوانی، ارزش تجاری اندکی دارد. آنزیم بتاگالاکتوزیداز حاصل از *E.coli* به‌عنوان مدلی برای درک مکانیسم کاتالیکی عملکرد لاکتوز به‌کار گرفته می‌شود. pH بهینه برای لاکتازهای قارچی مابین ۲/۵ تا ۵/٤ است که این نوع لاکتاز برای فرآوری آب پنیر اسیدی مناسب است. دمای بهینه لاکتازهای حاصل از منابع قارچی بالاست و تا دماهای حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌توانند استفاده شوند. لاکتازهای حاصل از منابع مخمری، pH بهینه خنثی دارند که برای هیدرولیز لاکتوز شیر مناسب هستند. لاکتازهای حاصل از منابع مخمری برای کاربردهای غذایی ایمن هستند [۲ و۳].

واین و همکاران(۱۹۹۱) در مطالعه‌ی خود بر روی نوشیدنی پرمیت بیان داشتند که میزان خاکستر حاصل از آن، چهار برابر بیش‌تر از خاکستر نوشیدنی‌های ورزشی است که طعم شور و نمکی پرمیت ناشی از حضور همین املاح موجود در آن است [۵]. بوکلر و همکاران (۲۰۰۵) بر روی نوشیدنی تهیه‌شده از پرمیت مطالعه نموده و بیان داشتند این نوشیدنی از لحاظ الکترولیت‌های (پتاسیم، منیزیم، روی، فسفر وسدیم) بسیار غنی‌تر از نوشیدنی‌های انرژی‌زا و همچنین از لحاظ طعم نیز رقابت‌پذیر با این نوشیدنی‌ها هستند [٤ و۵]. اسداللهی و همکاران (۲۰۰۹) بر روی هیدرولیز آنزیمی پرمیت املاح‌زدایی و تغلیظ‌شده پژوهش انجام دادند. نتایج نشان داد که نسبت(۰/۲٪) آنزیمی با غلظت ۱۵٪ لاکتوز بهترین نتیجه از

نظر اقتصادی در تولید شربت شیرین گلوکز- گالاکتوز حاصل می‌شود [۲].

در این پژوهش سعی گردیده مطلوب‌ترین شرایط برای هیدرولیز لاکتوز پرمیت با کمک آنزیم بتاگالاکتوزیداز بررسی گردد. پرمیت هیدرولیزشده به‌عنوان ترکیبی سودمند برای استفاده جهت رقیق‌سازی کنسانتره‌ی پرتقال در تولید نوشیدنی فراسودمند استفاده می‌گردد که علاوه بر بهره‌وری از املاح مفید موجود در آن که به‌عنوان نوشیدنی برای ورزشکاران و بیماران مفید است، به‌علت لاکتوز هیدرولیزشده موجود در آن به‌عنوان جایگزین شکر در نوشیدنی‌ها برای بیماران دیابتی بسیار مطلوب است. همچنین برای بیماران مبتلا به بیماری عدم‌تحمل لاکتوز که قادر به استفاده از محصولات لبنی نیستند نوشیدنی مفیدی محسوب می‌گردد. با همه‌ی این‌ها علاوه بر تولید محصولات مفید، فعالیتی باارزش از نظر زیست‌محیطی محسوب می‌گردد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- پرمیت

نمونه‌های پنیر در کارخانه‌ی شیر پاستوریزه‌ی پگاه ارومیه تولید شدند. پس از مراحل باکتوفوگاسیون، پاستوریزاسیون، فراپالایش، هموژنیزاسیون و پاستوریزاسیون مجدد، ریتنتیت وارد تانک کشت آغازگر گردید. پرمیت از سالن خارج شده و بلافاصله پس از تولید، مصرف شد.

آنزیم: جهت هیدرولیز نمونه‌های پرمیات از آنزیم بتاگالاکتوزیداز استفاده گردید. آنزیم استفاده‌شده از شرکت کریستین هانسن با نام تجاری Ha-lactase تهیه گردید.

۲-۲- هیدرولیز آنزیمی پرمیت

جهت هیدرولیز نمونه‌های پرمیت از آنزیم بتاگالاکتوزیداز استفاده گردید. آنزیم استفاده‌شده از شرکت کریستین هانسن با نام تجاری Ha-lactase تهیه گردید. این آنزیم از گروه آنزیم‌های محلول بوده که با توجه به دستورالعمل از آن استفاده شد. انجام عملیات هیدرولیز با استفاده از سه نسبت مختلف آنزیمی انجام گرفت. هدف از این کار شناسایی بهترین دوز آنزیمی در رابطه با هیدرولیز لاکتوز پرمیت و اثرات احتمالی استفاده از مقادیر مختلف آنزیم بر قندهای تولیدشده در اثر هیدرولیز بود. نسبت‌های آنزیمی به‌کار برده‌شده برای غلظت‌های مختلف لاکتوز، شامل فاقد آنزیم و یک‌بار به میزان توصیه‌شده در دستورالعمل استفاده از آنزیم (۱ سی‌سی آنزیم به‌ازای ۱۰۰۰سی‌سی پرمیت) و بار سوم به میزان (۲ سی‌سی آنزیم به‌ازای ۱۰۰۰سی‌سی پرمیت) استفاده گردید.

برای این کار ابتدا پرمیت اولیه به دو قسمت تقسیم گردید بخشی که مربوط به تیمارهای فاقد حرارت اولیه بودند تنها توسط کاغذ صافی صاف گردیده و بخش دوم در دمای ۸۵ درجه‌ی سلسیوس به‌مدت ۵ دقیقه در حمام آب گرم حرارت داده شد سپس با استفاده از کاغذ صافی صاف شده و سپس با دماسنج دمای آن اندازه‌گیری شد، هنگامی‌که دمای پرمیت به ۳۵ درجه‌ی سلسیوس رسید، مقدار آنزیم مربوطه را تزریق کرده و نمونه پرمیت را خوب تکان داده تا آنزیم در تمام قسمت‌ها پراکنده گردد[۵]. نمونه‌ها طبق طرح ذکرشده در جدول شماره(۲) آماده‌سازی گردید و در انکوباتور با دماهای(۳۵،۴۰و۴۵) درجه‌ی سلسیوس و بازه‌ی زمانی (۱ ، ۲/۵و۴) ساعت قرار داده شد. سپس تیمارهای تهیه‌شده برای سنجش میزان هیدرولیز آنزیمی و بررسی اثر آنزیم لاکتاز به کمک دستگاه میلکواسکن، با نقطه‌ی انجماد ارزیابی شدند. داده‌های به‌دست‌آمده تجزیه و تحلیل آماری شدند و بهترین تیمار حرارتی و آنزیمی به‌منظور تهیه نوشیدنی در مرحله‌ی بعد آماده‌سازی گردید. در این مرحله بر روی نمونه‌های تهیه شده سایر آزمون‌های سنجش pH، کدورت و اسیدیته نیز صورت گرفت [۴و۵].

۲-۳- کدورت

تغییرات کدورت پرمیت توسط دستگاه کدورت‌سنج و در ۳ تکرار اندازه‌گیری گردید. بدین‌ترتیب که ابتدا برای تهیه‌ی نتایج مشخص و تکرارشونده، کدورت‌سنج با استفاده از محلول‌های فرمازین (استانداردهای مرجع با کدورت ۰، ۲۰، ۲۰۰، ۱۰۰۰ و ۴۰۰۰) تنظیم و براساس دستورالعمل دستگاه

کالیبره شد. سل دستگاه را شسته و خشک کرده، سپس نمونه مورد نظر در سل دستگاه ریخته شده و پس از قراردادن در جایگاه خود، کدورت نمونه قرائت گردید. نتیجه اندازه‌گیری‌شده به‌وسیله یک‌سنجه که براساس نور انتقال داده‌شده کار می‌کرد برحسب واحدهای تضعیف فرمازین نشان داده شد [۱].

۲-۳- نقطه‌ی انجماد

برای اندازه‌گیری درصد هیدرولیز لاکتوز از دستگاه میلکواسکن استفاده شد. استفاده از روش نقطه‌ی انجماد به‌عنوان روشی بسیار مناسب، ساده، دقیق و کم‌هزینه برای ارزیابی درصد لاکتوز و آبکافت پرمیت تیمارشده با آنزیم توصیه می‌شود. از پرمیت‌های تهیه‌شده هر کدام ۲ میلی‌لیتر به کووت دستگاه میلکواسکن ریخته شد، پس از قراردادن کووت در داخل دستگاه، آن را روشن کرده تا دما به زیر صفر درجه برسد. سپس نقطه‌ی انجماد نمونه‌ی پرمیت توسط دستگاه مشخص شده و از روی صفحه‌ی نمایشگر عدد مربوط به نقطه‌ی انجماد قرائت گردید. در روش اندازه‌گیری نقطه‌ی انجماد غلظت لاکتوز با نقطه‌ی انجماد، رابطه مستقیمی دارد و با کاهش غلظت لاکتوز، نقطه‌ی انجماد هم کاهش پیدا می‌کند.

۲-٤- اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکییو شیمیایی پرمیت

pH توسط pH متر، ماده‌ی خشک توسط دستگاه سنجش TS، پروتئین به روش کجلدال، دانسیته براساس استفاده از پیکنومتر، چربی پرمیت به روش ژربر اندازه‌گیری گردید.

Table 1 Different treatment of permeate based on RSM

Enzyme content	Incubation Temperature oC	Incubation time	Heat Treatment
0	45	60	No
0.2	45	60	No
0	45	240	No
0.2	35	240	Yes
0.2	45	240	No
0	45	60	Yes
0.1	40	150	No
0.2	35	60	Yes
0.1	40	150	Yes
0.1	40	150	Yes
0.2	35	240	No
0	35	240	No
0	35	60	No
0	45	240	Yes
0	35	60	Yes
0.2	45	60	Yes
0	35	240	Yes
0.2	45	240	Yes
0.1	40	150	Yes
0.1	40	150	No
0.2	35	60	No

۳- بحث و نتایج

۳-۱- ترکیب پرمیت

نتایج حاصل از آنالیز پرمیت در جدول (۲) نشان داده شده است.

Table 2 Result of permeate analysis

Protein	Fat	NTU	TS	Brix	pH
0/2	0	22/2	5/6	5/63	6/56

جدول (۳) مقدار املاح موجود در پرمیت طبق پژوهش‌های واین و همکاران (۱۹۹۲) نشان می‌دهد[۵].

Table 3 the amount of salts in permeate

Zn	Cu	Fe	Na	K	Mg	P	Ca(ppm)
304	8	7	286	1166	43	157	150

۳-۲- بررسی روند تغییرات نقطه‌ی انجماد

اساس عمل اندازه‌گیری نقطه‌ی انجماد قانون رائولت است و می‌توان گفت که حضور لاکتوز به‌عنوان ماده‌ی حل‌شونده می‌تواند مطابق این قانون سبب کاهش نقطه‌ی انجماد شود. سرد کردن نمونه تا دمای مناسب (پائین‌تر از نقطه‌ی انجماد) که بستگی به نوع میلکواسکن دارد و آغاز کریستاله‌شدن بر اثر ضربه‌ی مکانیکی که باعث می‌شود دما به سرعت افزایش یافته و دامنه‌ی مسطحی بر روی منحنی نقطه‌ی انجماد را نشان دهد که معادل نقطه‌ی انجماد پرمیت است. ارتباط خطی بین نقطه‌ی انجماد و آبکافت لاکتوز وجود دارد. ارتباط خوبی بین میزان لاکتوز اندازه‌گیری‌شده توسط روش کروماتوگرافی مایع با

میزان لاکتوز محاسبه‌شده توسط روش نقطه‌ی انجماد وجود دارد. این دو روش از نظر سنجش محتوای لاکتوز تفاوت چندانی باهم ندارند. این موضوع بیانگر ارتباط تنگاتنگ و مطمئن بین این دو روش است. به بیان دیگر از روش نقطه‌ی انجماد می‌توان به‌عنوان روشی مطمئن برای اندازه‌گیری میزان لاکتوز یا تعیین میزان آبکافت آن استفاده کرد.

چن و همکاران(۲۰۰۲) از نقطه‌ی انجماد برای تعیین درجه‌ی آبکافت لاکتوز استفاده کردند. استفاده از روش نقطه‌ی انجماد به‌عنوان روشی بسیار مناسب، ساده، دقیق و کم‌هزینه برای ارزیابی درصد لاکتوز و آبکافت شیرهای تیمارشده با آنزیم توصیه می‌شود. مواد محلول در حلالی مایع، عموماً باعث کاهش نقطه‌ی انجماد حلال می‌شود و کاهش انجماد معمولا با غلظت ماده‌ی حل‌شده متناسب است. ۷۵ درصد اُفت نقطه‌ی انجماد مربوط به لاکتوز و کلرورها بوده و تغییر غلظت یکی از آن‌ها (لاکتوز یا کلرور) باعث تغییر غلظت ماده دیگر می‌شود [٦و٧].

در پژوهش بوکلر و همکاران (۲۰۰۵) معلوم شد که در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد آنزیم بتاگالاکتوزیداز تمام فعالیتش را به‌مدت ۳ ساعت واکنش نگه می‌دارد اما در دماهای بالاتر از این محدوده، این آنزیم در اثر حرارت غیر فعال شده و فعالیت آن کاهش می‌یابد [٤].

مقدار R^2 به‌دست‌آمده با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری ۹۲/۰۱ ٪ شد که نشان‌دهنده‌ی تطبیق‌پذیری بالای مدل با متغیر آزمایش‌شده است. مدل به‌دست‌آمده مطابق معادله‌ی زیر است که در آن هر یک از A,B,D,Y به‌ترتیب، نقطه‌ی انجماد، زمان انکوباسیون، دمای انکوباسیون و مقدار آنزیم است.

$$\text{Cold point} = 0.9 + 0.12A - 0.02B + 0.01D + 0.04AB - 0.04\,AD - 0.03\,BD - 0.17A2$$

Table 4 Analysis of variance indicates the effect of variables on cold point

p-value Prob > F	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	Source
0.000	0.45441	7	0.064916	21.3908	Model
0.0001	0.257303	1	0.257303	84.78555	A-Enzyme content
0.0963	0.009752	1	0.009752	3.213305	B-Incubation T oC
0.2559	0.004287	1	0.004287	1.412518	D-Heat Treatment
0.0110	0.026651	1	0.026651	8.781811	AB
0.0101	0.027473	1	0.027473	9.052839	AD
0.0232	0.020093	1	0.020093	6.621004	BD
0.0001	0.111763	1	0.111763	36.82764	A^2

R^2 = 0/920116

۳-۳ بررسی روند تغییرات pH

شکل ٤-٤ روند تغییرات pH پرمیت طی تیمارهای مختف دارای آنزیم و فاقد آن و تحت تیمار حرارتی قرار گرفته و فاقد آن در دماها و زمان مختلف انکوباسیون را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار با افزایش محتوی آنزیم تا مقدار۰/۱ ٪ در تیمارهای حرارت‌دیده، pH روند تدریجی افزایشی را نشان می‌دهد. ولی در تیمارهای حرارت ندیده، در ابتدا pH مقدار اولیه بالاتری را نشان داده، ولی روند تدریجی افزایشی تقریبا مشابهی را تا نقطه حداکثر، محتوی ۰/۱ ٪ آنزیم با نمونه‌ی حرارت‌دیده نشان می‌دهد.

$$pH = 6.5 + 0.02A - 0.06B - 0.04C + 0.142D - 0.02\,AD - 0.05\,BC - 0.02\,CD - 0.09A^2$$

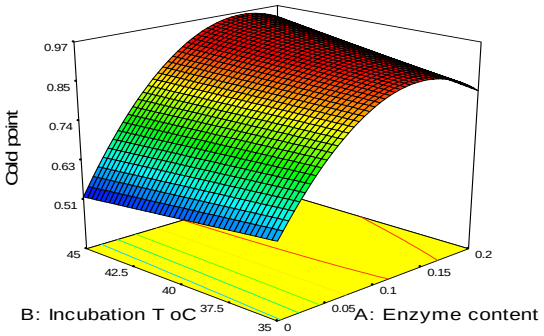

Fig 1 Effect of Incubation T ċ and Enzyme Content on Cold point

Table 5 Analysis of variance indicates the effect of variables on pH

p-value Prob > F	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	Source
0.0001	0.616606	8	0.077076	31.0638	Model
0.0433	0.012656	1	0.012656	5.100838	A-Enzyme content
0.0003	0.061256	1	0.061256	24.68806	B-Incubation T
0.0022	0.037056	1	0.037056	14.93475	C-Incubation time
0.0001	0.424082	1	0.424082	170.9173	D-Heat Treatment
0.0361	0.013806	1	0.013806	5.564322	AD
0.0011	0.045156	1	0.045156	18.19929	BC
0.1236	0.006806	1	0.006806	2.74317	CD
0.0035	0.032662	1	0.032662	13.16358	A^2

R^2=0/953937

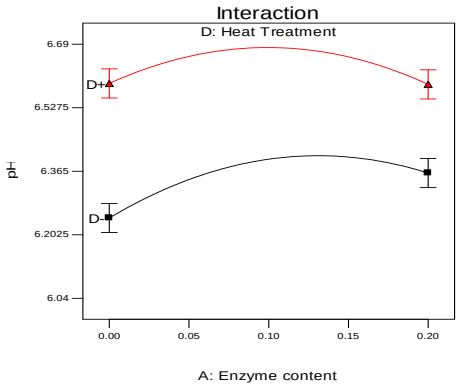

Fig 2 The effect of Enzyme content and Heat Treatment on pH

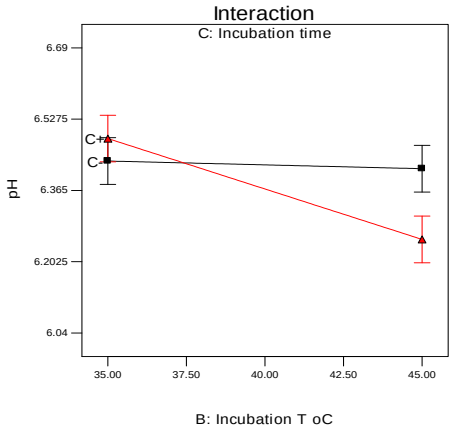

Fig 3 Changing trend of pH in different incubation time and temperature

نمودار تغییرات pH تحت زمان و دمای متفاوت انکوباسیون در شکل (۳) نشان داده شده است. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که مقدار آنزیم، دما و زمان انکوباسیون بر pH پرمیات تأثیر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). در تیمارهای حرارت‌دیده تأثیر تغییرات دما و زمان انکوباسیون بر pH ناچیز بود و نمودار روند مستقیمی را نشان می‌دهد. ولی در تیمارهای فاقد حرارت اثر تغییرات دما و زمان بر مقدار pH روند نزولی مشخصی را در نمودار نشان می‌دهد.

در پژوهش‌های بوکلر و همکاران (۲۰۰۵) بر روی نوشیدنی تهیه‌شده از پرمیت هیدرولیزشده اختلاف معنی‌داری بین pH نمونه‌ها گزارش نشد [٤].

۳-٤- بررسی روند تغییرات کدورت

طبق نتایج تجزیه و تحلیل آماری تأثیر این دو پارامتر بر کدورت پرمیت معنی‌دار بود(P<۰/۰۵).در نمونه‌های حرارت‌دیده با افزایش مقدار آنزیم کدورت افزایش نشان داد و در نمونه‌های فاقد حرارت افزایش آنزیم اثری در کدورت نمونه‌ها نداشت. اعمال تیمار حرارتی کدورت را به میزان چشم‌گیری کاهش داد. در دماها و زمان‌های کم‌تر انکوباسیون، میزان کدورت تیمارها مقادیر نزدیک‌تری را در مقایسه باهم و در دماها و زمان انکوباسیون بالاتر، کدورت مقادیر بالاتری را نشان داده، این کدورت ناشی از نمک‌های نامحلول در پرمیت گزارش شده است [۸].

جانی و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی خصوصیات آب پنیر به‌عنوان محصولی فرعی پدیدآمده از تولید پنیر، حساسیت در برابر گرما را به‌عنوان خصوصیتی اساسی در صنعت فرآیند آن

و تهیه نوشیدنی بیان کردند. با توجه به این‌که پروتئین‌های پرمیت در نتیجه فرآیند حرارتی رسوب می‌کنند این تغییرات در کدورت مشاهده می‌شود[۱۹].

در pH نزدیک به نقطه‌ی ایزوالکتریک پروتئین، نیروهای الکترواستاتیک در حداقل ممکن خود بوده و مقدار آب کم‌تری با مولکول‌های پروتئین برهم‌کنش می‌کند، از این‌رو برهم‌کنش‌های پروتئین- پروتئین افزایش می‌یابد که منجر به تشکیل توده‌های بزرگ پروتئین می‌شود که بسیار ناپایدار بوده و رسوب می‌کنند. درنتیجه کدورت در نمونه‌های حرارت‌دیده کاهش می‌یابد. از طرف دیگر حرارت‌دهی باعث بازشدن ساختار پروتئین نیز می‌شود و در نتیجه گروه‌های آب‌گریز بیش‌تری در دسترس قرار می‌گیرند که خود باعث افزایش برهم‌کنش‌های پروتئین –پروتئین شده و به ناپایداری و رسوب آن‌ها کمک می‌کند[۲۰].

$$NTU= 17.8 + 3.4 + 2.6B + 1.6C +4.2D - 4.02AD + 2.32BC$$

Table 6 Analysis of variance indicates the effect of variables on NTU

p-value Prob > F		df		F	Source
0.0001	1059.054	6	176.509	10.93392	Model
0.0043	187.1424	1	187.1424	11.5926	A-Enzyme content
0.0207	109.7256	1	109.7256	6.796994	B-Incubation T oC
0.1214	43.89063	1	43.89063	2.718821	C-Incubation time
0.0003	373.6108	1	373.6108	23.14346	D-Heat Treatment
0.0013	258.5664	1	258.5664	16.01699	AD
0.0367	86.1184	1	86.1184	5.334635	BC

R^2= 824128

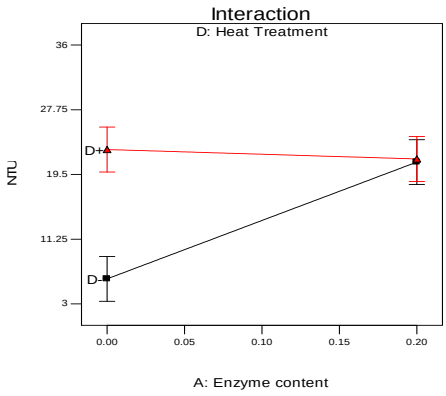

Fig 4 Effect of enzyme content and Heat treatment on NTU

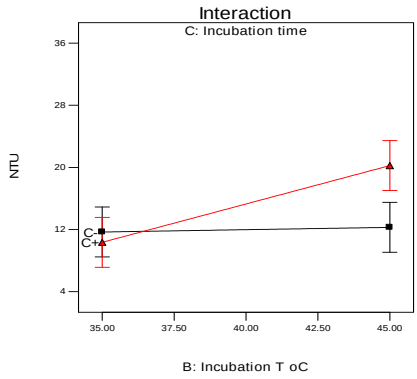

Fig 5 Effect of icncubation time and temperature on NTU

٤- نتیجه‌گیری

با به‌کارگیری فرآورده‌های فرعی فرآیند تولید با استفاده از روش‌های نوین، می‌توان علاوه بر تولید محصولات فراسودمند جدید و بهبود کیفیت آن‌ها، فعالیتی باارزش از نظر زیست‌محیطی نمود. استفاده از پرمیت هیدرولیزشده به‌عنوان جایگزین بخشی از شکر در تولید نوشیدنی پرتقال علاوه بر ترکیبات مفید موجود در آن، گامی مؤثر جهت بهبود کیفیت نوشیدنی برای بیماران دیابتی است. با توجه به مطالعات انجام‌شده و تحلیل نتایج به‌طورکلی می‌توان گفت که پرمیت حرارت‌دیده‌شده با غلظت آنزیمی ۱/ ۰با مدت انکوبه‌گذاری ۱۵۰ دقیقه در دمای ٤٠ درجه‌ی سانتی‌گراد مطلوب‌ترین نتیجه را ارائه می‌دهد.

٥- منابع

[1] Jozedaemi, F., Ghorbani, M., Sadeghi Mahonak. A. R Hagh Nazari,S.(2010). EJFPP. Vol 1(4).63-78

[2] Asadollahi, S., Ehsani, M. (2009). Enzymatic hydrolysis of demineralized and concentrated permeate of pegah factory and quantitive and qualitive measuring the

[13] Shrestha, A k., Howes, T., Adhikari, B P., Bhandari, B.(2008). R.Spray drying of skim milk mixed with milkpermeate effect on drying behavior,physic chemical properties and storage stability of powder.Driying Technology.26: 239-247

[14] Suarez F. L., Zumarraga L. M., Furne, J. K., Levitt, M.D.(2008). nutritional supplements used in weight-reduction programs increase.Journal of the American Dietic Association.V 101.pp 1414-14

[15] Rattery, W., Jelen, P., Freezing point and sensory quality of skim milk as affected by addition of ultrafiltration permeates for protein standardization, International Journal of Dairy (1996): 569-579

[16] Ladero, M and etal. (2000). Kenetic of lactose hydrolysis with an immobilized B-Galactosidase from klyveromycess Fragillis, Enzyme and Microbial Technology, vol 27,583-592

[17] Das, B. Bhattacharjee, S. Bhatta charjee, C. (2014). Recovery of whey proteins and enzymatic hydrolysis of lactose derived from casein whey using atangential flow ultrafiltration module.Inst.Eng.India.ser E 94(2) 79-84

[18] Baer RJ,Frank JF,Loewenstein M.(1980).Freezing point measurement of lactose hydrolysis in acid whey and lactose solutions.Journal-Association of official Analytical chemists 63(3):587-590

[19] Janie, B., Maryanne, D., and Allen, F.E. (2005). Design of a beverage from whey permeate, Journal of Food Science,70(4), 277-285

[20] Tolstoguzov, V. B (1996) Structure property relationships in foods in macromolecular interactions in food technology (eds N.parris, A. Kato ,L. K. Creamer, J. Pearce) ,ACS. Symposium series 650.Washington DC:American Chemical Society, p.p 1-14

resulting sugars using HPLC. Eighteenth Congress of Food Sciennce and Technology.

[3] Guzman, j. Gruz-Guerrero, A. E. Rodriquez-serrano.G.Lopez-Munguia, A. Gomez-Ruiz, L and Garcia-Aribay,M. (2002). Enhancement of lactase activity in milk by reactive sulfydryl group induced by heat treatment.American dairy science. 85:2497-2502

[4] Beucler, J., Drake, M. (2005). Design of Beverage from whey permeate.Journal of food science.Vol:70, Nr.4

[5] Wayne, G.(1991). Production of an electrolyte beverage from milk permeate.J. Dairy Science :75, 2364-2369

[6] Chen, S L Y., Frank, J F., Loewenstein, M. (1981). Estimation of lactose hydrolysis by freezing point measurement in milk and whey substrates treated with lactoses from various microorganisms. Journal of Associate of official Analytical chemists. 64: 1414-1419

[7] Chen C.,Hsu C. and Chiang B. (2002). Optimization of the enzymic process for manufacturing low- lactose milk containing oligosaccharides, process bio chemistry V.38,pp.801-808

8)Chiu, C.P., Kosikowski. F.V.(1984). Hydrolyzed lactose syrup from concentrate sweet whey permeate. J.Dairy Sci. 68: 16-22

[9] Abdi,S., Mir,N., Dehghan,M.(2010). Improve the properties of dairy products with working properties of whey protein. J.NSFT.7(5), 897-908

[10] Singh, S., Khemariya, P., Rai, A. (2011). Process optimization for the manufacture of lemon based beverage from hydrolyzed whey. J Food Sci Technol, Vol:10,1

[11] Holsinger, L.P., DevilBiss, E.D.(1974). Whey beverages: review. Journal of Dairy Science, Vol: 57, No.8

[12] Geilman,W.G., Schmidt, D., Herfurth – Kennedy, C., Path, J. and Cullor, J. (1992). Production of an electrolyte beverage from milk permeate, J Dairy Sci,(75): 2364-2369

A Survey about enzymatic hydrolysis of permeate from cheese milk ultra filtration

Nemati, A. [1*], Alizadeh, M. [2], Ghasempour, Z. [3]

1. master degree student of Food science and technology
2. Associate professor Department of Food Science, Engineering and Technology, University of Urmia
3. Associate professor. Department of Food Science and Technology,Tabriz University of Medical Science

(Received: 2016/05/02 Accepted:2017/10/23)

Permeate is the by product of ultrafiltration operation in a kind of cheese making process that leakage from membrane in a liquid form and mainly it contains 4.5-4.8% lactose and 0/44- 0/47 % mineral salts. The problem with permeate is its disposal. For this purpose heated and non- heated permeate samples incubated and hydrolyzed by using B-glycosidase enzyme in three thermal range (35, 40 and 45) Celsius degree and three time intervals (60, 150 and 240) minutes and three enzyme range (0, 0.1 and 0.2) percent. Degree of hydrolysis was analyzed by using the milkoscan instrument . The results showed that the heated sample with 0.1% enzyme content during 150 minutes and in 40ċ gives the best results.Each of sample were examined for turbidity and pH.The heated sample had less turbidity and pH showed no significant relationships

Keywords: B-galactosidase, Permeate, Enzymatic hydrolysis

[*] Corresponding Author E-Mail Address: Azita.nemati@yahoo.com