Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال یازدهم ـ شماره چهارم ـ زمستان ۱۳۸۳
www.magiran.com/jasnr

# تأثیر کنسانتره‌های پروتئین آب پنیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی

شبنم اسدی‌نژاد، محمدباقر حبیبی‌نجفی، سید محمدعلی رضوی و مهدی نصیری‌محلاتی
دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۲/۲/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۵/۵

## چکیده

کنسانتره پروتئین آب پنیر حاصل از دو روش ترسیب با کربوکسی متیل سلولز (CMC-WPC) و تغلیظ با فرآیند اولترافیلتراسیون (UF-WPC) برای جایگزینی سطوح مختلف مواد جامد غیر چربی شیر(MSNF) در تهیه بستنی با طعم وانیلی به کار برده شد. همه مخلوط‌های بستنی طوری تهیه شدند که دارای ۵ درصد چربی، ۱۰ درصد MSNF، ۱۸ درصد شکر و ۰/٤ درصد پایدار کننده باشند. بر طبق این فرمولاسیون سطوح جایگزینی صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد MSNF با WPC در نظر گرفته شد. کلیه تیمارها مطابق الگوی طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی و آزمون دانکن از لحاظ خصوصیات فیزیکی و حسی با بستنی شاهد (نمونه بدون WPC) در سطوح اطمینان ۵ در صد و۱ در صد آنالیز واریانس و مقایسه میانگین شدند. نتایج نشان داد در تمامی نمونه‌ها مقادیر pH، وزن مخصوص و خصوصیات حسی بستنی (امتیاز طعم، عطر، بافت و پذیرش کلی) تحت تأثیر نوع WPCمصرفی قرار نگرفته است، اما نمونه‌های حاوی CMC-WPC دارای ویسکوزیته و مقاومت به ذوب بیشتر و ضریب افزایش حجم کمتری نسبت به نمونه‌های حاوی UF-WPC بودند. با افزایش نسبت جایگزینی WPC مقادیر ضریب افزایش حجم، مقاومت به ذوب، pH و امتیاز کلیه خصوصیات حسی(به جز امتیاز عطر) نسبت به نمونه شاهد کاهش و ویسکوزیته و وزن مخصوص افزایش یافت. کاهش امتیاز خصوصیات حسی تا سطح جایگزینی۲۵ در صد معنی‌دار نبود، اما با افزایش نسبت جایگزینی تا ۵۰ در صد این اختلاف معنی‌دار شد. تأثیر سطوح مختلف جایگزینی WPC بر سایر خصوصیات نیز معنی‌دار نبود.

***واژه‌های کلیدی:*** کنسانتره پروتئین آب پنیر(WPC)، مواد جامد غیر چربی شیر( MSNF)، بستنی

## مقدمه

به‌دنبال افزایش ظرفیت تولید پنیر کشور، تولید آب پنیر نیز روند افزایشی را طی می‌کند. اگر نسبت تولید پنیر به آب پنیر را به‌طور متوسط ۱ به ۸ فرض کنیم، از تولید هر۱۰۰ هزار تن پنیر، حدود ۸۰۰ هزارتن آب پنیر حاصل می‌گردد که با دارا بودن BOD[1] بالا (۳۵ تا ٤۵ گرم در لیتر) همواره در صورت عدم تصفیه یا تبدیل، مشکلات زیست محیطی زیادی بوجود می‌آید. از آنجایی که هزینه طراحی و اجرای یک سیستم تصفیه آب پنیر صرفه اقتصادی ندارد و از طرفی آب پنیر با دارا بودن ترکیبات با

1-Biochemical Oxygen Demand



www.SID.ir

Archive of SID

ارزشی نظیر پروتئین، لاکتوز، مواد معدنی، ویتامین‌ها و... حاوی حدود ۵۰ درصد کل مواد مغذی موجود در شیر بوده، دارای ارزش تغذیه‌ای بالا می‌باشد. لذا پیدا کردن راه حل‌های مناسب جهت استفاده از این ماده مغذی نه تنها مانع آلودگی محیط زیست می‌گردد، بلکه از به هدر رفتن این ماده غذایی ارزشمند نیز جلوگیری نموده و محصولاتی با ارزش افزوده بالا به دست می‌آید. پروتئین‌های آب پنیر به دلیل قابلیت هضم عالی و خواص عمل کنندگی مطلوب نظیر ویسکوزیته، قابلیت زدن و کف کنندگی، امولسیفایری، جذب آب و تشکیل ژل، با ارزش‌ترین جزء آب پنیر را تشکیل می‌دهند. از میان روش‌های متعدد رایج جهت استفاده از ترکیبات مختلف آب پنیر، تنها تولید پودر آب پنیر در کشور ما متداول می‌باشد. این محصول حاوی ۷۲ تا ۷۳ درصد لاکتوز و تنها حدود ۱۰ درصد پروتئین بوده که مصارف مختلف از جمله مصارف دامی دارد. کنسانتره پروتئین آب پنیر[1] (WPC) محصول دیگری از آب پنیر با ۲۵ تا ۸۰ درصد پروتئین بوده که امکان تولید آن هم با روش‌های ساده و کم هزینه نظیر روش‌های ترسیبی و هم با روش‌های مدرن مانند اولترا فیلتراسیون میسر می‌باشد. این محصول کاربردهای متعددی در صنایع مختلف نظیر صنایع نانوایی، محصولات قنادی، نوشیدنی‌ها، غذاهای رژیمی و... دارد (زادو، ۱۹۹۲).

استفاده از WPC به‌عنوان جایگزین جزیی MSNF در فرمولاسیون مخلوط بستنی توسط محققین زیادی مطالعه و بررسی شده است. در پژوهشی که توسط پارسونز و همکارانش در سال ۱۹۸۵ انجام شد، آب پنیر شیرین خشک[2] (DSW)، سدیم کازئینات و WPC به‌عنوان جایگزین شیر خشک بدون چربی در فرمولاسیون مخلوط بستنی مورد استفاده قرار گرفتند. آب پنیر شیرین خشک در بستنی معمولاً در سطوح پایین مصرف با موفقیت استفاده شده است. استفاده از این ترکیب باعث بهبود طعم محصول و قابلیت هم زدن آن می‌گردد. اما مقادیر زیاد DSW در فرمولاسیون مخلوط باعث تشدید حالت شنی در بستنی نهایی می‌گردد. محققین گزارش کرده‌اند که ۲۵ تا ۳۵ درصد از MSNF مخلوط را بدون خطر تشدید حالت شنی در بستنی می‌توان با DSW جایگزین نمود. در پژوهشی دیگر رضوی و همکاران (۱۳۷۷) تأثیر آب پنیر شیرین را به‌عنوان جایگزین مواد جامد شیر در فرمولاسیون مخلوط بستنی مورد بررسی قراردادند و چنین نتیجه گرفتند که جایگزینی آب پنیر تا سطح ۵۰ درصد هیچ گونه تأثیر نا مطلوبی بر ویژگی‌های بستنی نمی‌گذارد. در تحقیق دیگری که توسط تامپسون و همکاران (۱۹۸۳) در دانشگاه تورنتو کانادا انجام شد، کنسانتره‌های پروتئین سوکسینیله شده آب پنیر[3] در بستنی و پودینگهای فوری[4] مورد استفاده قرار گرفت. گاف وکینسلا نیز در سال ۱۹۸۹ تأثیر ترکیبات مختلف پروتئینی نظیر WPC با ۳۶ و ۷۵ درصد پروتئین، WPI با ۹۵ درصد پروتئین و کازئینات‌ها را بر روی ثبات امولسیون بستنی مورد بررسی قرار دادند. در سال ۱۹۹۱ مطالعه دیگری بر روی تأثیر فاز تغلیظ شده حاصل از فرآیند اولترا فیلتراسیون آب پنیر[5] و WPC بر کیفیت بستنی در طی نگهداری توسط لی و وایت انجام گرفت.

در این پژوهش، CMC-WPC و UF-WPC به‌عنوان جایگزین جزیی MSNF در فرمولاسیون مخلوط مورد استفاده قرار گرفتند. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر دو نوع WPC مذکور که اولی با روش‌های ساده و کم هزینه (روش ترسیبی) و دومی با روش مدرن (اولترافیلتراسیون) تولید شده‌اند و سطوح جایگزینی آنها بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی بوده است.

1-Whey Protein Concentrate
2- Dried Sweet Whey

3- Succinylated Whey Protein Concentrates
4- Instant Puddings
5- Retentate


www.SID.ir

Archive of SID

## مواد و روش‌ها

**آماده‌سازی نمونه‌های بستنی:** مواد اولیه شامل شیر کامل، خامه، UF-WPC، آب پنیر و CMC جهت تولید CMC-WPC، شیر خشک بدون چربی، شکر آسیاب شده، ثعلب، وانیل و گلاب بوده است. شیر و خامه مصرفی از نوع استریلیزه و هموژنیزه بترتیب با ۲/۵ و ۳۰ درصد چربی (محصول شرکت سهامی صنایع شیر ایران، پگاه) بود که به منظور کسب اطمینان از یکنواختی آنها، همگی به صورت یک جا و از یک تاریخ تولید تهیه و میزان چربی آنها اندازه‌گیری گردید (پروانه، ۱۳۷۷). UF-WPC از طریق نمایندگی شرکت NZMP نیوزیلند در تهران تهیه شد. آب پنیر از شرکت فرآورده‌های لبنی رضوی تهیه و به منظور جداسازی ذرات دلمه کازئین باقیمانده در آن از پارچه صافی چهار لایه عبور داده شد. سپس عمل پاستوریزاسیون در ۶۸ درجه سانتی‌گراد به مدت نیم ساعت صورت گرفت و آب پنیردر دبه‌های سه لیتری تمیز در سردخانه زیر صفر به صورت منجمد تا زمان مصرف نگهداری شد. شیر خشک بدون چربی، شکر آسیاب شده، ثعلب، CMC، وانیل و گلاب همگی از فروشگاه‌های لوازم قنادی سطح شهر تهیه و تا هنگام مصرف در جای خشک نگهداری شدند. روش تولید CMC-WPC در شکل (۱) آورده شده است (هانسن و هیدالگو، ۱۹۷۱؛ هیدالگو، ۱۹۶۹؛ هیدالگو و هانسن، ۱۹۷۱).

سطوح مناسب جایگزینی WPC در فرمولاسیون مخلوط (صفر، ۲۵ و۵۰ درصد) با استفاده از آزمایشات اولیه و مطالعات انجام شده در این زمینه (گاف و کینسلا، ۱۹۸۹؛ لی و وایت، ۱۹۹۱؛ پارسونز و همکاران، ۱۹۸۵؛ تامپسون و همکاران، ۱۹۸۳ و وستربیک، ۱۹۹۶) انتخاب شدند. تولید بستنی به روش مارشال و آربوکل (۱۹۹۶) انجام گرفت.

**آزمایشات:** آزمایشاتی که بر روی مواد اولیه صورت گرفت، شامل اندازه‌گیری چربی شیر و خامه (به روش حجمی ژربر)، اندازه‌گیری پروتئین، چربی، قند، مواد جامد غیر چربی و pH آب پنیر( توسط دستگاه لاکتواستار و pH متر)، اندازه‌گیری pH و پروتئین WPC (به کمک pH متر و دستگاه اتوکلدال) بود (پروانه، ۱۳۷۷؛ مور و همکاران، ۱۹۷۳).

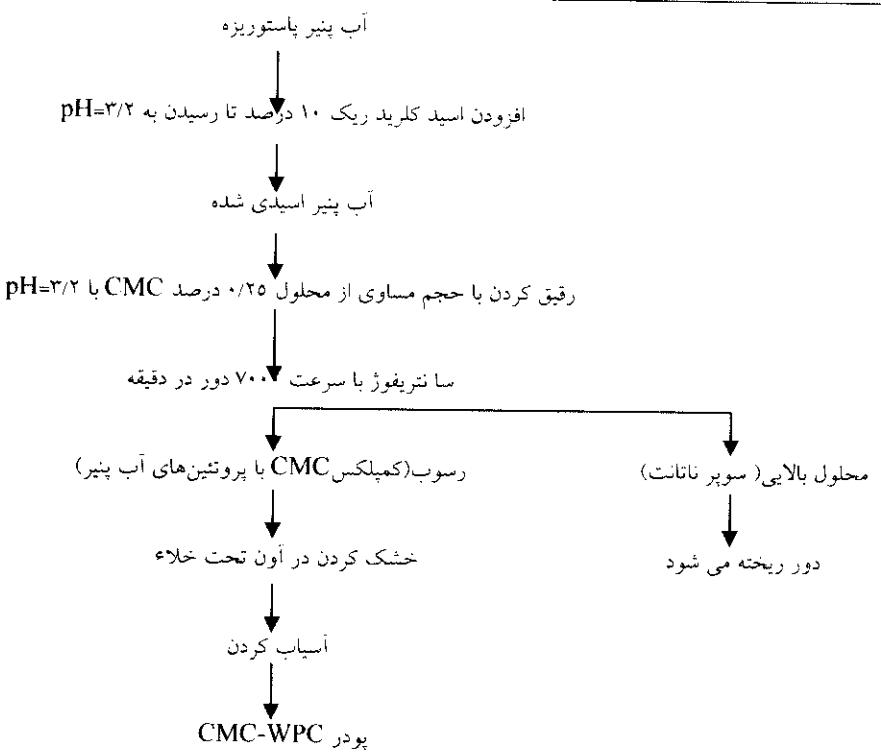
خصوصیات فیزیکی (ضریب افزایش حجم ، مقاومت به ذوب، وزن مخصوص و ویسکوزیته) با استفاده از روش‌های پیشنهادی مارشال آربوکل (۱۹۹۶) و شیمیایی (pH و درصد پروتئین) براساس روش پیشنهادی توسط پروانه (۱۳۷۷) در نمونه‌های بستنی اندازه‌گیری شد.

به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های بستنی (طعم، عطر، بافت و پذیرش کلی) تعداد ۱۰ نفر از دانشجویان رشته صنایع غذایی پس از انجام آزمون مقدماتی به‌عنوان داور ثابت انتخاب شدند که براساس آزمون هدونیک پنج نقطه‌ای نمونه‌ها را مورد ارزیابی قرار دادند.

**طرح آماری:** به‌منظور تعیین بهترین فرمولاسیون در جایگزینی شیر خشک بدون چربی با WPC از طرح آماری کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل استفاده شد. در این پژوهش UF-WPC و CMC-WPC در سه سطح صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزین MSNF در فرمولاسیون مخلوط بستنی گردید. کلیه آزمایشات فیزیکی در دو تکرار انجام شد. این مشاهدات به کمک نرم‌افزار MStatC آنالیز واریانس و مقایسه میانگین شده و اثرات ساده و متقابل تیمارها با آزمون دانکن مقایسه گردید. نتایج حاصل از آزمون‌های حسی نیز با کمک نرم‌افزار MStatC در معرض آنالیز واریانس قرار گرفتند. به منظور خارج کردن واریانس حاصل از تفاوت داوران از طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد. میانگین امتیازات داوران در مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای با آزمون دانکن مقایسه گردید. رسم کلیه نمودارهای نتایج نیز به کمک نرم افزار Excel صورت گرفت.


www.SID.ir

Archive of SID




**شکل۱- روش تولید CMC-WPC**

## نتایج و بحث

### ۱ـ خصوصیات فیزیکی

**ویسکوزیته:** نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که مخلوطهای حاوی CMC-WPC ویسکوزیته بیشتری نسبت به مخلوط‌های حاوی UF-WPC داشته و با افزایش نسبت جایگزینیWPC ویسکوزیته افزایش می‌یابد (شکل۲). ویسکوزیته مخلوط عمدتاً به ترکیب مخلوط، نوع پایدار کننده، مدت زمان رسانیدن و... بستگی دارد. در میان ترکیبات مخلوط معمولاً پروتئین‌ها مهم‌ترین نقش را در ویسکوزیته مخلوط ایفا می‌کنند (مارشال و آربوکل، ۱۹۹۶). با اندازه‌گیری مقدار پروتئین به روش میکروکلدال مشخص گردید که میزان پروتئین موجود در CMC-WPC (در حدود ٤٠ تا ٤٢ درصد) بیشتر از مقدار پروتئین موجود در UF-WPC (در حدود ٣٤ تا ٣٥ درصد) می‌باشد. به‌علاوه همان طور که قبلاً گفته شد، در فرآیند تولید CMC-WPC از کربوکسی متیل سلولز که خود نوعی صمغ و ترکیبی بسیار آب دوست است، استفاده می‌شود. بنابراین افزایش ویسکوزیته مخلوط‌های حاوی CMC-WPC نسبت به مخلوط‌های حاوی UF-WPC احتمالاً ناشی از این امر می‌باشد.

نتایج تحقیقات نشان دادند که در اثر حرارت مرحله پاستوریزاسیون مخلوط ممکن است بخشی از پروتئین‌های موجود در WPC دناتوره شده، ظرفیت اتصال با آب آنها افزایش یافته و در نتیجه در نسبت‌های بالاتر جایگزینی ویسکوزیته مخلوط نیز افزایش یابد (روگر و همکاران، ۲۰۰۲). گاف وکینسلا (۱۹۸۹) با بررسی تأثیر ترکیبات مختلف پروتئین آب پنیر نظیر WPI و WPC بر روی ثبات امولسیون بستنی نشان دادند که با افزایش میزان پروتئین‌های آب پنیر در سطح گلبول‌های چربی در اثر هموژنیزاسیون و یا در اثر افزودن WPC به مخلوط، کشش بین سطحی فازهای چربی و سرم کاهش و فولیکول سازی چربی و ویسکوزیته مخلوط افزایش می‌یابد (گاف وکینسلا، ۱۹۸۹). تامپسون و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند که جایگزینی NFDM با WPC



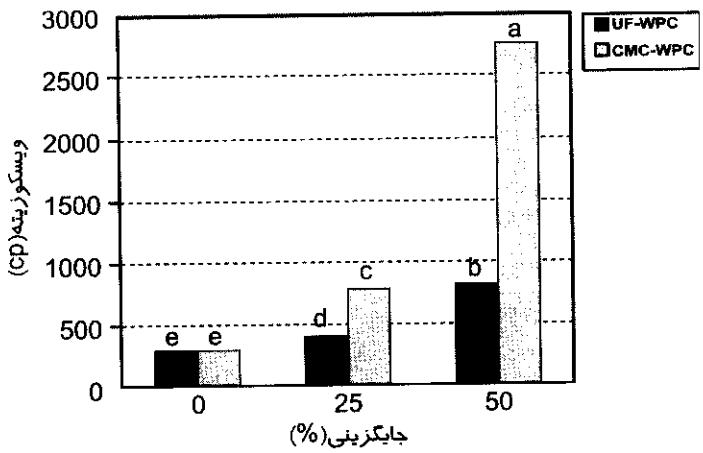
www.SID.ir

Archive of SID



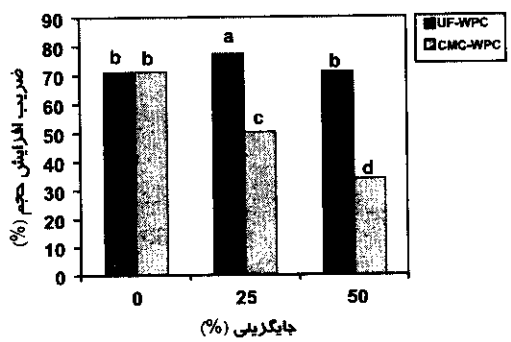
در سطوح پائین (۱۰ درصد) باعث کاهش ویسکوزیته می‌شود، اما با افزایش میزان جایگزینی به ۳۰ درصد ویسکوزیته افزایش می‌یابد ( تامپسون و همکاران، ۱۹۸۳). نتایج تحقیقات لی و وایت (۱۹۹۱) نیز نشان داد که WPC در سطوح جایگزینی ۲۵ و ۵۰ درصد باعث افزایش ویسکوزیته مخلوط گردیده، اما در سطوح بالاتر مصرف (۷۵ و ۱۰۰ درصد) ویسکوزیته کاهش می‌یابد.

**ضریب افزایش حجم (اوران):** نمونه‌های حاوی UF-WPC دارای ضریب افزایش حجم بیشتری از نمونه‌های حاوی CMC-WPC بودند. با افزایش نسبت جایگزینی ضریب افزایش حجم به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (شکل۳). پروتئین‌های آب پنیر خواص کف‌کنندگی و افزایش حجم خوبی دارند. عواملی نظیر میزان دناتوراسیون، زمان زدن، درجه حرارت، pH، غلظت پروتئین و مواد جامد کل، حضور قندهای افزوده شده و میزان چربی باقی مانده بر خواص ایجاد کف و ضریب افزایش حجم WPC مؤثر می‌باشند. طبیعت هیدروفیل یا هیدروفوب زنجیرهای جانبی اسیدهای آمینه در مولکول پروتئین آب پنیر، چگونگی قرار گرفتن آن را در سطح مشترک هوا و چربی معین می‌کند. عوامل فوق نظیر حرارت دهی (مرحله پاستوریزاسیون مخلوط) با باز کردن مولکول پروتئین و آشکار سازی گروه‌های مخفی هیدروفوب، توازن هیدروفیل- هیدروفوب (HLB) مولکول را تغییر داده، باعث تشدید ورود هوا و بهبود خواص زدن و کف‌کنندگی آن می‌گردند. اما چربی‌های باقیمانده با ایجاد کمپلکس با پروتئین‌ها مانع از تغییر HLB و کف‌کنندگی مناسب می‌شوند. به منظور رسیدن به کف با ثبات مناسب می‌بایست ویسکوزیته و فرمولاسیون مخلوط (غلظت قند، پروتئین و دیگر اجزاء) درحد مطلوب بوده، میزان مواد جامد WPC حدود ۲۵ درصد باشد (کینسلا، ۱۹۸٤؛ مور، ۱۹۷٦؛ زال، ۱۹۸٤).




**شکل ۲- تأثیر نوع WPC و سطوح جایگزینی آن بر ویسکوزیته**

**ستون‌هایی که با یک حرف مشترک مشخص شده‌اند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج در صد معنی‌دار نمی‌باشند.**




**شکل۳- تأثیر نوع WPC و سطوح جایگزینی آن برضریب افزایش حجم**

ستون‌هایی‌که با یک حرف مشترک مشخص شده‌اند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج در صد معنی‌دار نمی باشند.



www.SID.ir

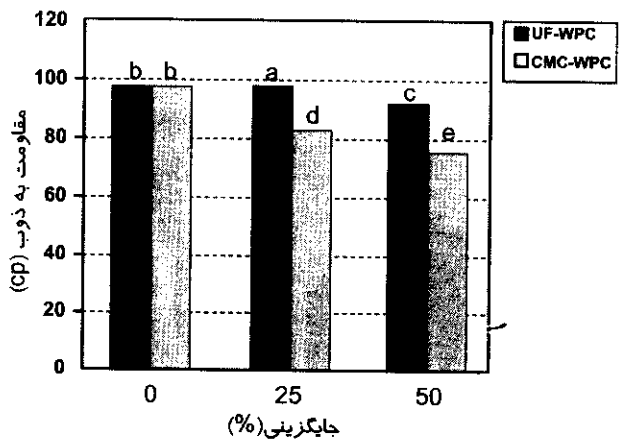
Archive of SID



در این پژوهش نیز بیشترین میزان ضریب افزایش حجم را مخلوط‌های حاوی UF-WPC در سطح جایگزینی۲۵درصد به وجود آوردند. با افزایش نسبت جایگزینی به ۵۰ درصد میزان ضریب افزایش حجم کاهش یافته و به نمونه‌های شاهد نزدیکتر شده است. اما مخلوط‌های حاوی CMC-WPC همان طور که گفته شد، به‌دلیل حضور صمغ بسیار آب دوست CMC و در نتیجه تشدید تأثیر پایدار کننده‌های موجود، ویسکوزتر از مخلوط‌های حاوی UF-WPC بوده، در نتیجه با سفت شدن بیش از حد بافت در حین فرآیند زدن و انجماد، هوا نمی‌تواند به طور مناسب وارد بافت شده، ضریب افزایش حجم کاهش می‌یابد. با افزایش نسبت جایگزینی تأثیر عوامل فوق در کاهش ضریب افزایش حجم تشدید می‌گردد.

نتایج فوق با نتایج به‌دست آمده توسط تامپسون و همکاران (۱۹۸۹) مطابقت دارد. این محققین در مقاله خود بیان کرده‌اند که با افزایش نسبت جایگزینی پروتئین‌های آب پنیر، ویسکوزیته افزایش و ضریب افزایش حجم کاهش می‌یابد.

**مقاومت به ذوب:** مقاومت به ذوب با CMC-WPC بیشتر از UF-WPC افزایش یافت. این اختلاف آشکار و در حدود ۱۲ درصد بود (شکل ٤). به‌طور کلی پایداری امولسیون بستنی به مقاومت پروتئین‌ها در برابر جدا شدن از سرم و فولیکول سازی چربی در اثر جدا شدن از فاز امولسیون بستگی دارد (مارشال و آربوکل، ۱۹۹٦؛ ساکومار، ۱۹۸۰). نتایج تحقیقات ژیرارد و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که کمپلکس CMC با پروتئین‌های آب پنیر لایه ضخیمی را در اطراف قطرات روغن ایجاد کرده و آنها را در برابر لخته شدن و فولیکول‌سازی بیش از حد محافظت می‌نماید. به علاوه با استفاده از این کمپلکسها می‌توان از دافعه بین پروتئین‌ها و پلی ساکاریدهای آنیونی در امولسیون‌های غذایی با pH خنثی (نظیر امولسیون بستنی) جلوگیری نموده و ثبات امولسیون را افزایش داد. به طور کلی مقاومت به ذوب با افزایش نسبت جایگزینی WPC به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. همان طور که در بخش‌های بعدی خواهد آمد، با افزایش نسبت جایگزینی WPC، pH کاهش یافته و از آنجا که تغییر pH و اسیدیته در برهم خوردن ثبات امولسیون و فاز کلوئیدی بسیار حائز اهمیت می‌باشد (مارشال و آربوکل، ۱۹۹٦؛ ساکومار، ۱۹۸۰)، کاهش مقاومت به ذوب نیز دور از انتظار نمی‌باشد. ردی (۱۹۸۷) و خلفلا (۱۹۷۵) در مقالات خود بیان می‌کنند که با افزایش نسبت جایگزینی مواد جامد آب پنیر در مخلوط، زمان لازم برای ذوب کاهش می‌یابد. گای (۱۹۸۰) گزارش کرده است که هر چند افزایش سطوح جایگزینی باعث کاهش مقاومت به ذوب نمونه‌ها می‌شود، اما این اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد. لی و وایت (۱۹۹۱) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.




**شکل ٤- تأثیر نوع WPC و سطوح جایگزینی آن بر مقاومت به ذوب**

ستون‌هایی که با یک حرف مشترک مشخص شده‌اند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج در صد معنی‌دار نمی باشند.



www.SID.ir

Archive of SID

**pH**: نتایج آنالیز واریانس اختلاف معنی‌داری را در تأثیر نوع WPC مورد استفاده برروی pH نمونه‌ها نشان نداد. گرچه مقادیر متوسط pH در مورد CMC-WPC کمتر از UF-WPC بود (۳/۲ در برابر ٦/٧)، اما این امر اختلاف معنی‌داری را در pH بستنی‌های حاوی این دو نوع WPC به وجود نیاورد. به نظر می‌رسد علت معنی‌دار نبودن این اختلاف، به میزان بسیار کم مصرف WPCدر فرمولاسیون مخلوط مربوط باشد. در این پژوهش WPCبه عنوان جایگزین NFDM استفاده شد. این ترکیب به منظور تأمین باقی مانده نیاز مخلوط به MSNF که بخشی از آن از دیگر ترکیبات نظیر شیر، خامه و ... تامین می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. میزان مصرف NFDM مطابق با استانداردهای موجود در حدود ۳ درصد کل ترکیبات می‌باشد. دو سطح جایگزینی ۲۵ و ۵۰ درصد WPC، به ترتیب در حدود ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد از کل مخلوط را تشکیل می‌دهد. بنابراین عدم تأثیر معنی‌دار نوع WPC برروی pH با توجه به مقادیر بسیار کم آن در مخلوط دور از انتظار نمی‌باشد. با افزایش نسبت جایگزینی WPC مقادیر pH کاهش یافت. از آنجا که در این قسمت تأثیر سطوح مختلف جایگزینی هر دو نوع WPC با pHهای مختلف بر روی pH بستنی با هم مورد بررسی قرار گرفته‌اند، به نظر می‌رسد کاهش pH در سطوح بالاتر جایگزینی عمدتاً به پایین‌تر بودن pH نمونه‌های CMC-WPC نسبت به NFDM مربوط باشد. لی و وایت (۱۹۹۱) و گوپالو و همکاران (۱۹۸٦) در مقالات خود نشان دادند که با افزایش مواد جامد آب پنیر در مخلوط بستنی، pH کاهش می‌یابد.

**وزن مخصوص:** براساس نتایج آنالیز واریانس، نوع WPC مورد استفاده تأثیر معنی‌داری بر وزن مخصوص مخلوط نداشته است. اما اثر سطوح جایگزینی برروی وزن مخصوص معنی‌دار بود. وزن مخصوص به ترکیبات تشکیل دهنده مخلوط بستگی دارد (مارشال و آربوکل، ۱۹۹٦؛ ساکومار، ۱۹۸۰). ازآنجا که ترکیب WPC شباهت زیادی با NFDM دارد، وجود این اختلاف معنی‌دار را می‌توان به تغییرات جزئی در ترکیب مخلوط با افزایش نسبت جایگزینیWPC مربوط دانست. نتایج تحقیقات گوپالو (۱۹۸٦) و ردی (۱۹۸۷) نیز نشان داد که با افزایش نسبت جایگزینی مواد جامد آب پنیر، وزن مخصوص مخلوط افزایش می‌یابد.

**۲- خصوصیات حسی:**

**طعم و عطر:** نوع WPC مورد استفاده تأثیر معنی‌داری بر امتیاز طعم و عطر نمونه‌ها نداشت. اما اثر سطوح جایگزینی WPC بر روی امتیاز طعم معنی‌دار بود. جایگزینی تا سطح ۲۵ درصد اختلاف معنی‌داری با شاهد به وجود نیاورد، اما با افزایش نسبت جایگزینی تا سطح ۵۰ درصد امتیاز طعم نمونه‌ها در حدود ٤۱ درصد کاهش یافت. تأثیر سطوح جایگزینی بر روی امتیاز عطر بی‌معنی بود.

جدول۱- تأثیر نوع WPC و سطوح جایگزینی آن بر pH و وزن مخصوص.

| نوع WPC | درصد جایگزینی | pH | وزن مخصوص |
|---|---|---|---|
| CMC-WPC | ۰ | ٦/٦٥a | ۱/۰۸a |
| | ۲۵ | ٦/٦٥a | ۱/۰۸a |
| | ۵۰ | ٦/۵۸ab | ۱/۰۹a |
| UF – WPC | ۰ | ٦/٦٧a | ۱/۰۸a |
| | ۲۵ | ٦/٦٦a | ۱/۰۸a |
| | ۵۰ | ٦/۵٧ab | ۱/۰۹a |



www.SID.ir

Archive of SID



پروتئین‌های آب پنیر، پروتئین‌هایی با وزن مولکولی بالا می‌باشند که قادرند با ترکیبات شیمیایی مختلف نظیر آلدئیدهای آلیفاتیک و متیل کتون‌ها واکنش دهند. وانیل یک ماده طعم دهنده و آلدئید آلیفاتیک است. در حضور WPC در مخلوط بستنی، پروتئین‌های آب پنیر موجود در آن با طعم دهنده وانیل افزوده شده واکنش داده، دریافت طعم وانیل توسط سیستم چشایی را کاهش می‌دهند. هر چه میزان پروتئین‌های آب پنیر در مخلوط بیشتر باشد، تأثیر آن برکاهش دریافت طعم توسط سیستم چشایی شدیدتر خواهد بود. ترکیب اسیدهای آمینه و میزان دناتوراسیون پروتئین نیز بر میزان کاهش دریافت طعم مؤثر می‌باشد (هانسن و هینیس، ۱۹۹۱).

هانسن و هینیس (۱۹۹۱) همچنین با بررسی تأثیر سدیم کازئینات و WPC بر کاهش طعم وانیلین در محلول‌های آبکی نشان دادند که با افزایش سدیم کازئینات و WPC، شدت طعم کازئین و پروتئین آب پنیر افزایش وشدت طعم وانیلین کاهش می‌یابد. این محققین در مقاله خود بیان نمودند که در صورت استفاده از این پروتئین‌ها به عنوان جایگزین چربی دردسرهای منجمد کم چرب، شدت طعم تا حد غیر قابل قبول برای مصرف‌کننده کاهش می‌یابد. لی و وایت (۱۹۸۷) با بررسی تأثیر سطوح مختلف جایگزینی WPC و فاز تغلیظ شده UF بر کیفیت بستنی نشان دادند که با افزایش نسبت جایگزینیWPC از ۲۵ تا ۱۰۰ درصد امتیاز طعم کاهش می‌یابد. تامپسون(۱۹۸۳)، پارسونز(۱۹۸۵) و ردی (۱۹۸۷) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

**بافت:** تأثیر نوع WPC برامتیاز بافت بی‌معنی بود. اما سطوح جایگزینی اختلاف معنی‌داری را در امتیاز بافت نمونه‌ها به وجود آورد. امتیاز بافت نمونه‌های با ۲۵ درصد جایگزینی اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان نداد، اما با افزایش نسبت جایگزینی تا ۵۰ درصد امتیاز بافت نسبت به فرمول شاهد کاهش پیدا کرد. نتایج تحقیقات لی و وایت (۱۹۹۱) نشان داد که با افزایش نسبت جایگزینی WPC از ۲۵ تا ۱۰۰ درصد امتیاز بافت کاهش می‌یابد. این محققین علت این امر را به افزایش میزان لاکتوز در بستنی در سطوح بالاتر جایگزینی و در نتیجه کریستالیزاسیون آن و ایجاد بافت شنی نامطلوب نسبت دادند. این امر در مورد UF-WPC صادق می‌باشد، اما از آنجا که در ترکیب CMC-WPC لاکتوز وجود ندارد، کاهش امتیاز بافت این نمونه‌ها را می‌توان با کاهش ضریب افزایش حجم در سطوح بالاتر جایگزینی و در نتیجه ایجاد بافتی سنگین و زبر مرتبط دانست. تامپسون و همکاران (۱۹۸۳) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

**پذیرش کلی:** نوع WPC مورد استفاده تأثیر معنی‌داری بر امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها نداشت. عدم وجود این اختلاف معنی‌دار با توجه به عدم تأثیر نوع WPC بر کلیه خواص حسی مورد بررسی (طعم، عطر و بافت) دور از انتظار نمی‌باشد. اما با افزایش سطوح جایگزینی WPC امتیاز پذیرش کلی تحت تأثیر قرار گرفت. البته این اختلاف تا سطح جایگزینی ۲۵ درصد معنی‌دار نبود، اما با افزایش نسبت جایگزینی به ۵۰ درصد امتیاز پذیرش کلی نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. همان طور که گفته شد در سطوح بالاتر جایگزینی، امتیاز طعم و بافت به دلیل واکنش طعم‌دهنده‌ها با WPC و ایجاد بافت سنگین و زبر در اثر کاهش ضریب افزایش حجم، کاهش یافته که این اثرات در امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها نیز منعکس شده است.



www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- تاثیر نوع WPC و سطوح جایگزینی‌آن برامتیازطعم، عطر، بافت و پذیرش‌کلی.

| نوع WPC | درصد جایگزینی | امتیاز طعم | امتیاز عطر | امتیاز بافت | امتیاز پذیرش کلی |
|---|---|---|---|---|---|
| CMC-WPC | ۰ | ٤/٧a | ٤/٢٥a | ٤/٤٥a | ٤/٤٥a |
| | ٢٥ | ٤/٧٥a | ٤/٢٥a | ٤/٤a | ٤/٥a |
| | ٥٠ | ٤/٣ab | ٤/٢٥a | ٤/٥a | ٤/٣A |
| UF-WPC | ۰ | ٤/٧a | ٤/٢٥a | ٤/٤٥a | ٤/٤٥A |
| | ٢٥ | ٤/٧a | ٤/٢a | ٤/٤٥a | ٤/٤٥a |
| | ٥٠ | ٤/٥٥ab | ٤/٢٥a | ٤/٤٥a | ٤/٣a |

## تشکر و قدردانی

در پایان بر خود لازم می‌دانم از زحمات بیدریغ نمایندگی محترم شرکت **NZMP** نیوزیلند در تهران که در تهیه **UF-WPC** مورد نیاز برای انجام این پروژه اینجانب را یاری نمودند، تشکر و قدردانی نمایم.

## منابع

۱. پروانه، و. ۱۳۷۷. کنترل کیفی و آزمایشات شیمیایی شیر. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران: ۲۳-۲۲ و ۱۱۷-۱۱٤.

۲. رضوی، م.ع.، م.ب. حبیبی‌نجفی، م. مظاهری تهرانی. ۱۳۸۰. تأثیرآب پنیر شیرین بر ویژگی‌های بستنی شیری نرم. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۳۲،شماره ۳ :۶۲۳-۶۱۹.

3.Girard, M., S.L. Turgeon, and P. Paquin. 2002. Emulsifying properties of whey protein-arboxymethylcellulose complexes. J. Food Sci.67 (1): 113-119.

4.Goff, H.D., and J.E. Kinsella. 1989. Influence of various milk protein isolates on ice cream emulsion stability .J. Dairy Sci.72 (2): 385-397.

5.Gopalu, N.P, T.J. Rao, M.P. Ali, and P.M. Sastri. 1986. Effect of utilization of whey in ice cream. Indian J. Dairy Sci.39 (1): 94-95.

6.Guy, E.J. 1980. Partial replacement of non-fat milk solids and cane sugar in ice cream with lactose hydrolyzed sweet whey solids. J. Food Sci.45: 129-133.

7.Hansen, A.P., and. J.J. Heinis. 1991. Decrease of vanillin flavor perception in the presence of casein and whey proteins .J. Dairy Sci.74 (9): 2936-2940.

8.Hansen, P.M.T., J. Hidalgo, and I.A. Gould. 1971. Reclamation of whey proteins with carboxymethylcellulose .J. Dairy Sci.54 (6): 830.

9.Hidalgo, J. 1969. Interaction of whey proteins with carboxymethylcellulose. J. Dairy Sci.52 (6): 885

10.Hidalgo, J., and P.M.T. Hansen. 1971. Selective precipitation of whey proteins with carboxymethylcellulose. J. Dairy Sci. 54 (9): 1270-1274.

11.Khalafalla, S.M., and G.A. Mahran.1975. The Use of whey solids in ice cream. Egyptian J. Dairy Sci.3 (1): 43-50.

12.Kinsella, J.E. 1984. Milk Proteins: Physicochemical and functional proteins. CRC Critical Reviews in Food Sci. and Nutrition. 21(3): 197-262.

13.Lee, F.Y., and C.H. White. 1991. Effect of ultra filtration retentates and whey protein concentrates on ice cream quality storage. J. Dairy Sci. 74(4): 1170-1180.

14.Marshall, R.T., and W.S. Arbuckle. 1996. Ice Cream. Chapman and Hall.

15.Morr, C.V., P.E Swenson, and R.L. Richter. 1973. Functional characteristics of whey protein concentrate. J. Food Sci.38: 324-330.

16.Morr, C.V., 1976. Whey protein concentrate: An Update. Food Technology 30(3): 18-20.

17.Parsons, J.G., S.T., Dybing, D.S, Coder, K.R., Spurgeon, and S.W. Seas. 1985. Acceptability of ice cream made with processed whey and sodium caseinate .J. Dairy Sci.68 (11): 2880-2885.

18.Reddy, V.P. 1987. Studies of value of Channa whey solids in the preparation of ice cream in partial replacement of milk solids non-fat of mix. Indian J. Dairy Sci.40 (1): 128-131.



www.SID.ir

Archive of SID
19.Ruger, P.R., R.J. Baer, and K.M. Kasperson. 2002. Effect of double homogenization and whey protein concentrate on the texture of ice cream. J. Dairy Sci.85 (7): 1684-1692.
20.Sukumar, D. 1980. Outlines of Dairy Technology. Oxford University Press.pp.182-223.
21.Thompson, L.U., D.J., Reniers, L.M., Baker, and M. Sui. 1983. Succinylated whey protein concentrates in ice cream and instant puddings. J. Dairy Sci.66 (8): 1630-1637.
22.Westerbeek, H. 1996. Milk protein products: valuable ingredients for the European ice cream industry. Food Review 23(10): 33-41.
23.Zaddow, G. 1992. Whey and lactose processing. Elsevier publisher Ltd, London, 34-245 pp.
24.Zall, R.R. 1984. Trends in whey fractionation and utilization. A global perspective. J. Dairy Sci. 67 (11): 2621-2629.

www.SID.ir

Archive of SID

*Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 11(4), Winter 2005*
*www.magiran.com/jasnr*

# Effect of whey protein concentrates on physicochemical and organoloptic properties of ice cream

**Sh. Asadinejad[1], M.B. Habibi Najafi[1], M.A. Razavi[1], M. Nasiri Mahalati[2]**
[1]Dept. of Food Sciences and Technology, [2]Dept. of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

**Abstract**

In this research, physicochemical and sensory properties of ice cream by substitution of Milk Solids Non Fat (MSNF) with different levels of Whey Protein Concentrate (WPC) in ice cream mix formulation were evaluated. Two kinds of WPC produced by two different methods, precipitation by carboxymethylcellulose (CMC-WPC) and concentration by ultrafiltration (UF-WPC), at three substitution levels of 0, 25 and 50, two kinds of stabilizer (salep and palsgard) and also two aging times (4 and 6 hours) were considered as research variables. All mixes were formulated to make an ice cream containing fat 5%, MSNF10%, sugar 18% and stabilizer 0.4%. Vanilla and rose water were added to all of the formulations to improve their taste and aroma. Physicochemical properties of different samples of ice cream treated as above including overrun, melting resistance, viscosity, density and pH were measured and the results were analyzed as a factorial experiment in completely randomized design. Sensory properties of samples (taste, flavor, texture and total acceptance) were judged by 10 panelists in five points hedonic test scale and the results were compared with control ice cream (without MSNF substitution). Data analysis showed that the kind of WPC had no effect on pH, density and sensory properties of ice cream samples, but viscosity, overrun and melting resistance were significantly affected. Samples containing CMC-WPC had higher viscosity and melting resistance and lower overrun than samples containing UF-WPC. All of the physical and sensory properties (except aroma score) were significantly affected by different levels of WPC substitute. In comparison with control formulation, overrun, melting resistance, pH and all of the sensory properties points (except aroma score) were decreased and viscosity and density were increased as the level of WPC replacement was increased. Decrease in sensory properties scores was not significant at 25% replacement level, but it became significant at 50% replacement level.

***Keywords:*** Whey Protein Concentrate (WPC); CMC-WPC; UF-WPC; Milk Solids Non Fat (MSNF); Ice cream





www.SID.ir