

بهینه‌سازی فرمولاسیون کشک مایع فراسودمند حاوی اینولین بومی و گوار

شکوفه مروی^۱، سید علی مرتضوی^۲، الناز میلانی^{۳*}

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد سبزوار، سبزوار، ایران. و مسئول فنی

شرکت فراورده‌های لبنی بینالود نیشابور

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

۳- پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۵

چکیده

کشک مایع یکی از فرآورده‌های لبنی است که دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی می‌باشد؛ این فرآورده بدلیل دارا بودن باکتری‌های مفید اسید لاکتیک و انجام فرایند تخمیر ارزش تغذیه‌ای بالایی داشته و حاوی مقادیر زیادی کلسیم می‌باشد. کشک به عنوان فرآورده سنتی ارائه می‌شود؛ متأسفانه در ایران تولید کشک از دیدگاه پژوهشی، بویژه صنعتی و با رویکرد تنوع فرمولاسیون و بهبود خصوصیات کیفی و ارزش غذایی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در راستای اهمیت ترکیبات پری‌بیوتیک و اثرات سلامتی بخش محصولات وابسته، هدف از انجام پژوهش، معرفی و تولید کشک مایع فراسودمند حاوی اینولین و گوار به بازار مصرف داخلی می‌باشد. بر این اساس در قالب طرح مرکب مرکزی تاثیر افزودن همزمان صمغ گوار (در سطوح ۰-۰/۴ درصد) و اینولین بومی استحصال شده از سیب زمینی ترشی (در سطوح ۰-۲۰ درصد)، برویژگی‌های کشک مایع نظیر چسبندگی، صمغیت، اسیدیته، ماده خشک و خصوصیات رنگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد افزودن این دو متغیر باعث افزایش چسبندگی، صمغیت و اسیدیته شد. همچنین میزان روشنایی، فاکتور قرمزی و میزان ماده خشک روند کاهشی نشان دادند. بر طبق نتایج، فرمولاسیون بهینه کشک با احتساب مقادیر بیشینه بیشینه روشنی رنگ ۸۴/۳، امتیاز عطر و طعم ۴، اسیدیته ۱/۷، چسبندگی ۰/۰۰۷، صمغیت ۲/۸۳ و کمینه ماده خشک ۲۱/۶ شامل غلظت ۱/۲۵ درصد اینولین و ۰/۲۷ درصد گوار تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی: کشک مایع، فراسودمند، اینولین، خصوصیات رنگی، سطح پاسخ

*مسئول مکاتبات: e_milani81@yahoo.com

۱- مقدمه

عوامل کف‌ساز اشاره نمود. بهبود ویژگی‌های بافتی و افزایش ظرفیت نگهداری آب از دیگر کاربردهای هیدروکلوئیدها به‌شمار می‌آید (۶). مطابق گزارش النگار و همکاران (۲۰۰۲) افزودن اینولین تا غلظت ۹ درصد منجر به کاهش سختی و افزایش چسبندگی بافت بستنی ماستی کم‌چرب نسبت به نمونه شاهد گردید (۱۸). زمیری و کوکینی (۲۰۰۳) بیان داشتند که خواص رئولوژیکی محلول اینولین تقریباً مشابه با محلول ساکارز می‌باشد و برای تولید محلول‌های ویسکوز درصد بالایی از اینولین مورد نیاز است ولی به‌کاربردن مقدار کم اینولین به همراه سایر پلی‌ساکاریدها و صمغ‌ها مثل گزانتان، نشاسته مومی و ... به‌علت واکنش‌های سینرژیستی، سبب افزایش قابل توجه ویسکوزیته می‌شوند (۲۷). آکالین و همکاران (۲۰۰۸) استفاده از ایزوله پروتئین آب‌پنیر و اینولین را به‌عنوان جایگزین چربی در بستنی مورد مطالعه قرار دادند. افزودن اینولین، منجر به کاهش سختی، ویسکوزیته ظاهری و بهبود خواص حسی محصول گردید (۱۳). نتایج بررسی سوکولیس و زیا (۲۰۰۸) نشان داد؛ با افزودن هیدروکلوئیدهایی نظیر گوار، گزانتان و به‌کربوکسی متیل سلولز در فرمولاسیون ماست منجمد، ویسکوزیته و حجم‌افزایی محصول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۲۶). با توجه به واردات اینولین با هزینه بالا، بررسی کاربرد اینولین بومی در صنایع غذایی گامی بنیادین در ارائه محصولات بر پایه دانش فنی بومی خواهد بود. هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی کاربرد همزمان اینولین استحصالی از منابع بومی و گوار در فرمولاسیون کشکک مایع فراسودمند در مقیاس صنعتی و بهبود خصوصیات تکنولوژیکی و کیفی آن بود.

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲- مواد

مواد اولیه شامل شیر با ۳/۵ درصد چربی از تعاونی بنیاد، کشت آغازگر ماست با کد تجاری (DVS Lac 1.63) شامل استرپتوکوکوس سالیواریوس زیر گونه‌ی ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبورکی زیر گونه‌ی بولگاریکوس از شرکت کریستین هانسن خریداری شد. کشکک مایع صنعتی

کشکک فرآورده‌ای است که با استفاده از فرایندهای مناسب صنعتی تهیه شده و دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی است. امروزه تولید مواد غذایی فراسودمند و به‌کارگیری مواد اولیه و یا افزودنی‌هایی که همواره سبب بهبود ویژگی‌های تکنولوژیکی و بالا بردن ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی شوند به یکی از نیازهای صنعت غذا و اهداف متخصصین تغذیه و صنایع غذایی تبدیل شده و تحقیقات متعددی در زمینه شناخت و تولید این مواد در سال‌های اخیر صورت گرفته است (۱). در سال‌های اخیر مصرف‌کنندگان، به خصوصیات سلامتی‌بخش محصول توجه ویژه‌ای دارند. ماده غذایی فراسودمند، ماده غذایی است که در بردارنده دست‌کم یک ویژگی سلامتی‌بخش مشخص، افزون بر خواص تغذیه‌ای پایه باشد (۳ و ۱۷). ترکیب پری‌بیوتیکی اینولین به دلیل ویژگی‌های عملگر و خصوصیات سلامتی‌زای خود، به‌طور روزافزونی مورد توجه پژوهشگران و متخصصین صنایع غذایی قرار گرفته است. مطالعات مختلف نشان داده که رژیم غذایی حاوی اینولین و فروکتوالیگوساکاریدها، رشد بیفیدوباکترها و لاکتوباسیلوس‌ها را تحریک نموده، سبب افزایش تولید ویتامین B و K شده و به‌صورت انتخابی از رشد پاتوژن‌ها به‌ویژه فوزوباکترها و کلستریدیوم‌ها جلوگیری می‌کند (۲). اینولین کربوهیدرات غیرقابل هضم حاوی فروکتوالیگوساکاریدهای طبیعی و دارای خصوصیات فیبرهای رژیمی بوده که به دلیل خواص سلامتی‌بخشی و تکنولوژیکی خاص آن، علاقه زیادی به مصرف آن وجود دارد. ویژگی اینولین به‌عنوان یک چربی تقلیدی به توانایی آن در پیوند با مولکول‌های آب و ایجاد یک شبکه ژل‌مانند مربوط می‌شود (۱۲). از دیگر اهداف کاربرد اینولین می‌توان به حجم‌دهنده کم‌کالری، تشدید جذب کلسیم، بهبود بافت، تشدید احساس دهانی و ایجاد حالت پری در دهان اشاره نمود (۱۴ و ۲۷). هیدروکلوئیدها، پلی‌ساکاریدهای محلول در آب با ساختار شیمیایی متفاوت بوده و بدلیل طیف وسیعی از خواص عملکردی، به‌طور گسترده در صنایع غذایی کاربرد دارند. می‌توان به حضور آنها در عوامل ژل‌کننده، امولسیفایرها، تثبیت‌کننده‌ها و

های سوراخ داراستریل مخصوص تخلیه گردید و پس از خروج آب اضافی، تا رسیدن به چربی در ماده خشک ۱۶ درصد ماست چکیده تهیه شد. و زمانی که اسیدیته آن به ۱۱۰ درجه دورنیک رسید تا دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد خنک گردید. سپس جهت آب‌گیری در مخازن مخصوص تخلیه گردید و ماست چکیده تهیه شد. در مرحله بعد ماست چکیده به داخل مخزن پخت تخلیه شده و جهت تهیه کشکک تا دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد حدود سه ساعت حرارت داده شد، سپس مواد افزودنی شامل اینولین بومی (۰، ۱ و ۲ درصد) به مشخصات استحصال شده از گیاه سیب زمینی ترشی مطابق پژوهش میلانی و همکاران (۱۳۹۱) و با درجه خلوص ۸۷ درصد (۱۱)، صمغ گوار (۰، ۰/۲ و ۰/۴ درصد)، نمک به میزان ۱/۵ درصد اضافه شدند و تا دمای ۴۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد سرد گردید و در ظروف پلی‌پروپیلن و یا شیشه‌ای بسته‌بندی گردید و در سردخانه‌ی بالای صفر (۶ درجه سانتی‌گراد) به منظور انجام آزمون‌های بعدی نگهداری شدند.

۲-۳- طرح آزمایشی و آنالیز آماری

در این پژوهش از روش روش سطح پاسخ (RSM) در قالب طرح مرکب مرکزی جهت بررسی اثر متغیرهای آزمایش و از نرم افزار 9 Design expert به منظور آنالیز آماری استفاده شد. متغیرهای مستقل شامل درصد صمغ گوار و میزان اینولین بود. در نهایت شرایط بهینه فرآیند جهت تولید مطلوب‌ترین محصول تعیین شد. تیمارهای مورد آزمون در جدول ۱ آمده است.

در شرکت فرآورده‌های لبنی بینالود نیشابور تهیه شد. پودر اینولین استحصال شده از سیب‌زمینی ترشی $DP \geq 20$ با درجه خلوص ۸۰ درصد از پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد و صمغ گوار هندی از شرکت به پارس تهران تهیه شدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه کشکک مایع

شیر خام با چربی ۳/۵ درصد از تعاونی دامداران بنیاد قوچان خریداری شد و پس از انجام آزمون‌های کیفی لازم در شرکت شامل تست اسیدیته، الکل، آنتی بیوتیک، اندازه‌گیری درصد آب و چربی و پروتئین فرآورده‌های لبنی بینالود نیشابور و تایید کنترل کیفیت در قسمت تحویل شیر شرکت تخلیه، از سه صافی عبور کرده و در سرد کن صفحه ای تا ۵ درجه سانتی‌گراد سرد گردید. سپس از دستگاه پاستوریزاتور با دمای ۷۳ درجه به مدت ۲۰ دقیقه، سپراتور جهت تنظیم چربی تا ۰/۷ و هموژنایزریک مرحله ای با فشار ۱۳۰ psi عبور کرده و در مخازن فرایند جوشانده شد و پس از سرد شدن و رسیدن به دمای ۴۳-۴۵ درجه سانتی‌گراد، کشت آغاز گر ماست شامل استریتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی (yc_Ch1_x11، کریستین هانسن دانمارک) به میزان پیشنهاد شده شرکت سازنده (۰/۲ درصد حجم شیر) به آن اضافه گردید. شیر مایه‌خورده در دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شد و زمانی که اسیدیته آن به ۱۱۰ درجه دورنیک رسید تا دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد خنک گردید. سپس جهت آب‌گیری در وان

جدول ۱- نمایش متغیرهای مستقل فرمولاسیون و مقادیر آنها در مرحله بهینه سازی تولید کشک مایع

تیمار	درصد گوار	درصد اینولین	درصد گوار	درصد اینولین
۱	۰/۲۰	۱	۸	۰/۰۰
۲	۰/۲۰	۱	۹	۰/۰۰
۳	۰/۴۰	۱	۱۰	۰/۲۰
۴	۰/۲۰	۱	۱۱	۰/۴۰
۵	۰/۲۰	۱	۱۲	۰/۴۰
۶	۰/۲۰	۲	۱۳	۰/۲۰
۷	۰/۰۰	۲		

۲-۴-۲-آزمون‌ها

۱-۲-۴-۲-اندازه‌گیری اسیدیته

اسیدیته (بر حسب میزان اسید لاکتیک در صد گرم) طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۶۱۲۷ تعیین شد (۵).

۲-۲-۴-۲-اندازه‌گیری ماده خشک

ماده خشک بدون چربی (درصد وزنی بر پایه شیر) طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳ تعیین شد (۴).

۳-نتایج و بحث

۱-۳-تاثیر متقابل افزودن اینولین و گوار بر میزان

چسبندگی کشک مایع

چسبندگی (نیوتن . ثانیه) از دیدگاه حسی عبارت از نیروی لازم برای جدا کردن غذا از سقف دهان در حین خوردن و از دیدگاه مکانیکی کار لازم برای غلبه بر نیروهای چسبندگی بین سطح غذا و سطح سایر موادی که غذا با آن‌ها در تماس است می باشد (۱۵ و ۲۷). نتایج اثر متقابل افزودن اینولین و گوار بر میزان چسبندگی کشک مایع در شکل ۱ نشان داده شده است. مطابق نتایج، صمغ گوار اثر معنی داری بر نیروی چسبندگی داشت. همچنین ضریب پراکندگی بر نیروی چسبندگی بی معنی بود ($P>0.05$). همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می شود با افزودن اینولین به صورت مستقیم، تا غلظت حدود ۱/۵ درصد، نیروی چسبندگی افزایش یافت. اما در غلظت های بالاتر اینولین میزان چسبندگی کاهش یافت. با افزایش گوار به صورت مستقل، میزان چسبندگی

۳-۲-۴-۲-ارزیابی مولفه های سنجش بافت

ارزیابی سفتی بافت توسط دستگاه تحلیل گر بافت، مدل LLOYD با نام Texture Analyser TA plus ساخت کشور انگلستان انجام شد. برای این کار نمونه داخل دستگاه قرار گرفت و دو بار توسط پروب فشارنده فشرده شد. نیروی نفوذ پروب استوانه‌ای تا عمق ۲۰ میلی‌متر با سرعت یک میلی‌متر بر ثانیه به میزان ۵۰ نیوتن ثبت گردید. شاخص‌های مختلفی مانند چسبندگی و صمغیت از روی منحنی به دست آمده از دستگاه تعیین شد (۲۳).

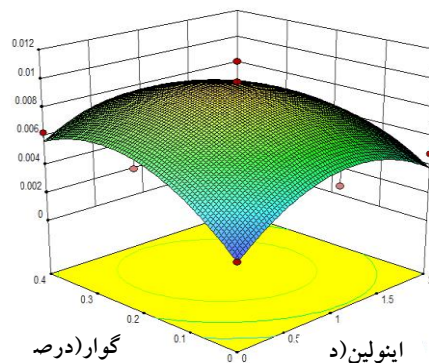
۴-۲-۴-۲-اندازه‌گیری مولفه های سنجش رنگ

ارزیابی رنگ نمونه‌های کشک مایع توسط دستگاه هانتربل CX2547 ساخت کشور امریکا انجام گرفت. ابتدا دستگاه توسط کاشی های مخصوص کالیبره گردید و سپس رنگ هر نمونه بعد از قرارگرفتن داخل کاپ کاملاً تمیز با چرخش ۹۰° از چهار جهت مورد بررسی قرار گرفت. در

² Adhesiveness

باشد (۲۳). مقایسه مقادیر چسبندگی در بررسی اثر جایگزینی چربی شیر با اینولین و کنسانتره‌های پروتئینی شیر بر خصوصیات ماست کم‌چرب توسط مهدیان و همکاران (۱۳۹۲)؛ نشان داد؛ با افزایش مقدار اینولین، میزان چسبندگی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0.05$). درحالی‌که میزان چسبندگی نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئینی اختلاف مشخصی با نمونه شاهد نداشت ($p > 0.05$). افزایش غلظت همزمان گوار و اینولین سبب افزایش چسبندگی بافت ماست منجمد کم‌چرب شد که با توجه به ماهیت و عملکرد ترکیبات امری طبیعی به شمار می‌رود (۱۰). سوکولیس و همکاران (۲۰۰۸) اثر حمایتی ترکیبات هیدرو کلئوئید را تحت شرایط اسیدی محصولات لبنی تخمیری مورد بررسی قرار دادند؛ این اثر حمایتی هیدرو کلئوئیدها بواسطه افزایش ویسکوزیته در مناطق مابین کریستال یخ بوده، چنانکه کاهش تحرک ملکول‌های آب از مهاجرت آنها به کریستال‌های یخ مجاور جهت تشکیل کریستال‌های بزرگ و متعاقباً افزایش میزان سختی و کاهش چسبندگی بافت، ممانعت به عمل می‌آورد (۲۶).

افزایش یافت. تاثیر متقابل افزودن گوار و اینولین، سبب افزایش میزان نیروی چسبندگی نمونه‌ها گردید. بالا بودن میزان پروتئین در نمونه‌ها باعث افزایش اتصالات عرضی و به دنبال آن تشکیل شبکه سه بعدی پروتئینی و ساختار ژلی مستحکم‌تر می‌شود. با توجه به اینکه نیروی چسبندگی، نیروی لازم جهت غلبه بر نیروی جاذبه سطحی بین ذرات است، لذا هرچه ساختار ژلی و شبکه پروتئینی نمونه‌های کشکک استحکام بیشتری داشته باشد، نیروی چسبندگی نیز بیشتر می‌شود (۱۸، ۲۳ و ۲۷). ال‌نگار و همکاران (۲۰۰۲) نیز با افزودن اینولین به ماست منجمد کم‌چرب، به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان داشتند که افزودن اینولین در سطوح بالاتر از ۵ درصد، سبب افزایش چسبندگی بافت نمونه‌ها در مقایسه با نمونه پرچرب می‌شود (۱۸). میلانی و همکاران (۲۰۱۰)، در پژوهش دیگری که اثر عسل، خرما و گوار بر ماست کم‌چرب پرتقالی را بررسی می‌کرد بیان داشتند که افزایش غلظت گوار سبب افزایش چسبندگی بافت بستنی ماستی کم‌چرب شد، به‌نظر می‌رسد در سطوح بالاتر از ۰/۳ درصد، با افزایش غلظت گوار، نمودار روند ثابتی داشته



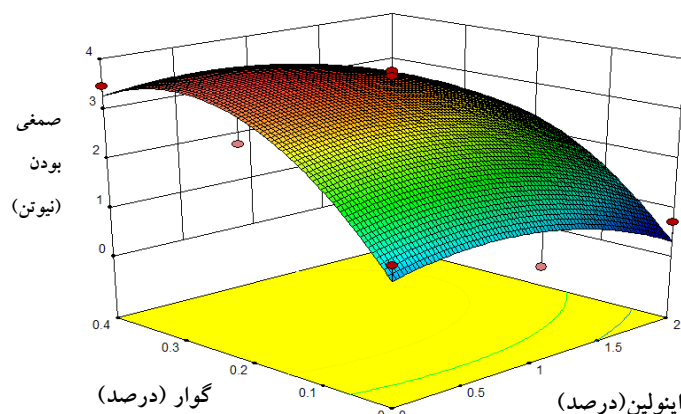
شکل ۱- اثر متقابل گوار و اینولین بر میزان چسبندگی کشکک مایع

و (۱۳). مطابق شکل ۲؛ اثر مستقل افزودن گوار، با توجه به این که تاثیر گوار بر حالت صمغیت بیشتر از تاثیر اینولین بود، باعث افزایش شدید صمغیت شد. با این حال در غلظت‌های بالاتر از ۰/۴ درصد، افزایش گوار تاثیری بر صمغیت نمونه نداشت (شکل ۲). اثر متقابل این دو، باعث افزایش حالت صمغی نمونه شد ولی با افزایش هر دو پارامتر گوار و

۲-۳- تاثیر متقابل افزودن اینولین و گوار بر میزان صمغیت کشکک مایع
حالت صمغی عبارت است از انرژی لازم برای خرد کردن یک ماده غذایی نیمه جامد تا هنگامی که آماده بلع شود. مقدار آن از حاصل ضرب مقادیر سفتی در پیوستگی به دست آمده و با واحد گرم و یا نیوتن نشان داده می‌شود (۱۲)

صمغیت بافت می گردد (۲۴). در پژوهش قائمی و همکاران (۱۳۸۹) افزودن اینولین بر نمونه های پنیر سبب کاهش سختی و صمغیت پنیرها در پایان دوره رسیدگی بود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (۸). به نظر می رسد رابطه مستقیمی بین افزایش میزان آب محبوس در فرمولاسیون، کاهش pH، دوره رسیدن و واکنش هایی چون پروتولیز با کاهش سختی و صمغیت بتوان بیان کرد.

اینولین به بالاترین غلظت (به ترتیب بالاتر از ۰/۳ و ۱/۵ درصد)، به میزان صمغیت از ۳ به ۲/۷ نیوتن کاهش پیدا کرد. بیشترین حالت صمغی مربوط به نمونه حاوی کمترین میزان اینولین و بیشترین میزان گوار بود (۳/۳ نیوتن). حالت صمغی و سایر پارامترهای بافتی تحت تاثیر مقدار چربی، پروتیین و مواد جامد کل (رطوبت) می باشند. با افزایش مواد جامد کل بدلیل جذب آب بالاتر محبوس در اینولین و گوار، نسبت چربی به ماده جامد تغییر و سبب کاهش میزان



شکل ۲- اثر متقابل گوار و اینولین بر میزان صمغی بودن بافت کشک مایع

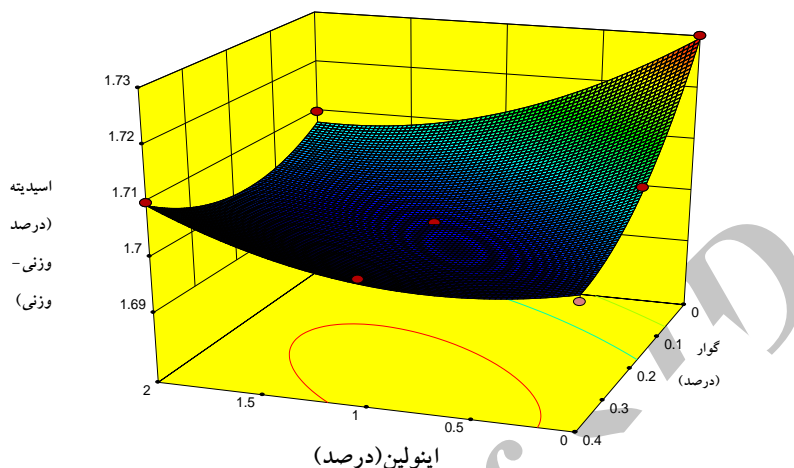
شد. اثر متقابل این دو متغیر بدلیل اثر تعدیل کننده اینولین سبب افزایش ملایم اسیدیته تا ۱/۷۱ درصد شد. این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود. پژوهش کار و همکاران (۲۰۰۲) و میلانی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد، افزودن اینولین به ماست موجب افزایش تولید اسید لاکتیک در فرمولاسیون نهایی می گردد. الیویرا و همکاران (۲۰۰۹) بیان داشتند؛ با افزودن اینولین به ماست، زمان تخمیر کاهش یافته و در مقابل میزان اسیدسازی در ماست افزایش یافت (۲۴). نتایج حاصل از تحقیقات آکین و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان داد؛ با افزایش سطح اینولین، میزان اسیدیته نیز افزایش یافت. با این حال، قابلیت زنده ماندن لاکتوباسیلوس / اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم لاکتیس، با افزایش غلظت اینولین، افزایش یافت. این امر ناشی از اثر پری بیوتیکی اینولین است (۱۴). در پژوهش لشگری و همکاران (۱۳۸۷) اثر متغیرهای صمغ گوار و عربی بر میزان اسیدیته پنیر سفید ایرانی کم چرب

۳-۳- تاثیر متقابل افزودن اینولین و گوار بر میزان اسیدیته کشک مایع

مطابق شکل ۳، در نمونه فاقد گوار، افزایش مستقل اینولین، سبب کاهش اسیدیته کشک از ۱/۷۳ تا ۱/۷ گردید. اما همزمان با افزایش غلظت گوار، افزایش غلظت اینولین تا ۱ درصد، تاثیری بر روند تغییرات اسیدیته نداشت. اما در غلظت های بالاتر سبب افزایش اسیدیته کشک مایع تا ۱/۷ درصد گردید. نتیجه اخیر ناشی از تاثیر اینولین در تحریک فعالیت های متابولیکی باکتری های آغازگر و توسعه اسیدیته می باشد، می توان چنین دریافت نمود که در اثر افزایش اینولین میزان بیشتری قندهای مونوساکاریدی در اختیار اسید لاکتیک باکتریها قرار گرفته و سبب تحریک جزئی آن ها و تولید متابولیت و اسید می شود (۵، ۸، ۱۴، ۲۳ و ۲۵). با افزایش درصد صمغ گوار تا ۰/۴ درصد به صورت مستقل، کاهش معنی دار اسیدیته از ۱/۷۳ تا ۱/۶۹ درصد مشاهده

گوار، ویسکوزیته محصول بیشتر بوده و بنابراین قسمت‌های مرکزی دیرتر سرد شده و امکان فعالیت استارترهای ماست و به تبع آن تولید اسیدلاکتیک و کاهش pH در مرحله رساندن هم‌چنان وجود داشته است (۲۱).

بررسی شد که تفاوت‌های مشخصی در مورد اسیدیته بین نمونه‌ها دیده نشد (۹). با افزودن صمغ گوار اسیدیته نمونه نسبت به نمونه کنترل (بدون صمغ)، افزایش یافت. کوسیکووسکی (۱۹۸۱) دلیل این امر را به پدیده اسیدی کردن ثانویه نسبت داد زیرا در نمونه‌های حاوی صمغ

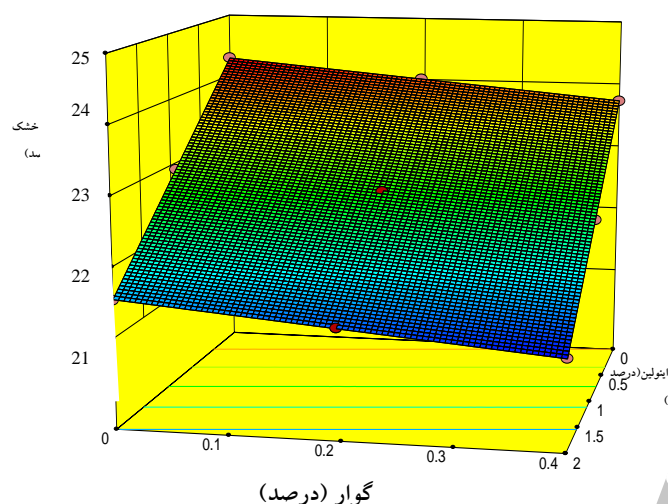


شکل ۳- اثر متقابل گوار و اینولین بر میزان اسیدیته کشکک مایع

لخته‌ها می‌شود و نسبت ماده خشک پنیر را کاهش می‌دهد (۹). در پژوهش شوریده و همکاران (۱۳۹۰) میزان ماده خشک با افزایش میزان اینولین در نمونه کاهش یافت. بروز پدیده اخیر می‌تواند ناشی از وجود گروه‌های هیدروفیل و طبیعت جاذب‌الرطوبه آن باشد (۶). نتایج پژوهش، مشابه نتایج آکین و همکاران (۲۰۰۷) در خصوص افزودن اینولین در ماست پروبیوتیک بود. در مطالعه فرزانه مهر و همکاران (۱۳۸۷) جایگزینی ساکارز با اینولین سبب افزایش میزان رطوبت و کاهش ماده خشک شکلات شیری گردید (۷). در تحقیق دوروکس و همکاران (۲۰۰۳) نمونه‌های کوکی کم‌چرب حاوی اینولین درصد رطوبت بیشتری داشتند. سایر تحقیقات بیانگر تاثیر افزودن اینولین بر افزایش رطوبت نان و کیک در طول دوره نگهداری و افزایش ماندگاری آنها بود (۱۷).

۳-۴- تاثیر متقابل افزودن اینولین و گوار بر میزان ماده خشک کشکک مایع

مطابق شکل ۴، افزایش مستقل گوار تا ۰/۴ درصد، سبب کاهش ماده خشک نمونه‌های کشکک مایع از ۲۱/۸ تا ۲۱ درصد گردید. افزودن اینولین به تنهایی نیز سبب کاهش روند ماده خشک از ۲۳/۸ تا ۲۱ درصد گردید. اثر متقابل این دو نیز کاهش ماده خشک را نسبت به نمونه اولیه تا ۲۰/۹ درصد نشان داد. با افزایش غلظت اینولین و گوار، بدلیل افزایش قابلیت جذب آب، ماده ی خشک محصول کاهش می‌یابد (۲۴). بنا به گزارش لشگری و همکاران (۱۳۸۷) درباره تولید پنیر سفید ایرانی، با افزایش صمغ گوار، به دلیل بالابودن خاصیت آب‌دوستی این صمغ، مقدار رطوبت لخته افزایش یافت. صمغ گوار دارای ظرفیت بالای نگهداری آب است. در نتیجه، باعث تاخیر در آب‌انداختن

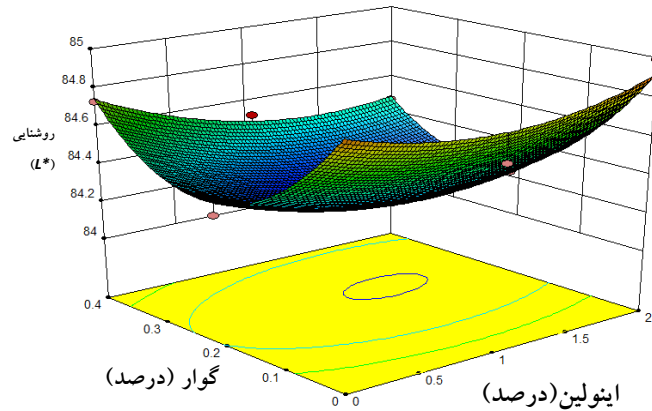


شکل ۴- اثر متقابل گوار و اینولین بر میزان ماده خشک مایع

کاهش تغییرات سطح پوسته محصول نهایی می شوند که این امر می تواند در افزایش این مؤلفه رنگی مؤثر باشد (۱۳). در مطالعه شویده و همکاران (۱۳۹۰) درباره تاثیر D- تاگاتوز و اینولین به عنوان جایگزین ساکارز بر خصوصیات شکلات شیری، با افزایش میزان تاگاتوز و کاهش میزان اینولین، میانگین L افزایش یافت. کمترین مقدار L مربوط به نمونه حاوی بیشترین میزان اینولین و بیشترین آن مربوط به نمونه حاوی غلظت بیشینه تاگاتوز بود. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید که اینولین به دلیل جذب آب باعث کاهش پراکنش نور شده و در نتیجه درجه روشنایی L را کاهش داد و محصول نهایی تیره تر به نظر می رسد. بر اساس نتایج مطالعه ای که بولنز و همکاران (۲۰۰۶) بر روی مصرف پرکننده ها در شکلات شیری انجام دادند، کمترین مقدار L در شکلات حاوی ۲۰ درصد اینولین مشاهده گردید (۱۵). همچنین عبدالخیر (۲۰۰۹) نشان داد که افزودن اینولین به شیر شکلاتی باعث کاهش L گردید (۱۲).

۳-۵- تاثیر متقابل افزودن اینولین و گوار بر میزان رنگ کشک مایع (L*)

نتایج حاصل از آنالیز واریانس تاثیر افزودن اینولین و گوار بر میزان روشنایی کشک مایع مبین این واقعیت است که اثر درجه دوم گوار بر میزان روشنایی نمونه ها معنی دار ($P < 0/05$) و تاثیر اینولین بی معنی بود ($P > 0/05$). مطابق شکل ۵، افزودن گوار به صورت مستقل تا ۰/۲ درصد باعث کاهش روشنایی و پس از آن باعث افزایش روشنایی گردید. اینولین نیز به صورت مستقل باعث کاهش روشنایی شد. افزایش همزمان اینولین و گوار تا غلظت بیشینه، سبب کاهش روشنایی به میزان ۰/۴ گردید. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید که در مراحل ابتدایی، اینولین به دلیل جذب آب باعث کاهش پراکنش نور شده و در نتیجه درجه روشنایی را کاهش می دهد، اما در غلظت بالاتر و با تطبیق پذیری شرایط، اینولین و صمغ گوار با حفظ رطوبت و ممانعت از خروج آب در حین فرآیند سبب

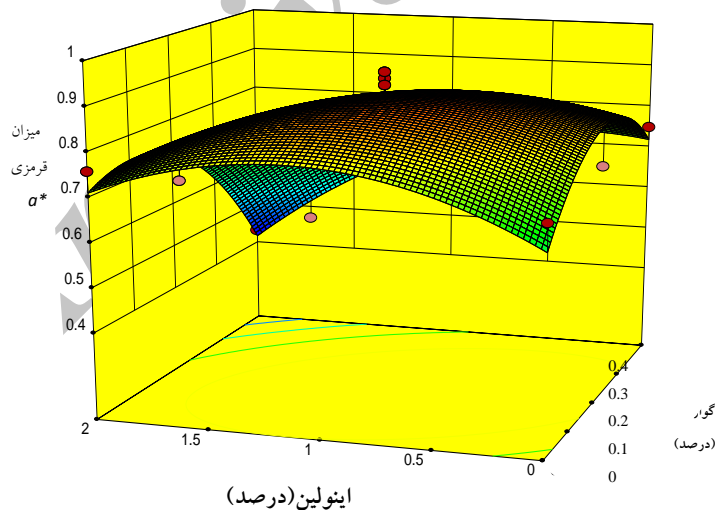


شکل ۵- اثر متقابل گوار و اینولین بر فاکتور L^* کشکک مایع

همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه خود اعلام داشتند؛ نمونه شکلات شیری حاوی اینولین قرمزی بیشتری نسبت به شاهد داشت (۱۵). شوریده و همکاران (۱۳۹۰) نیز در بررسی روی تاثیر D- تاگاتوز و اینولین به‌عنوان جایگزین ساکارز بر خصوصیات شکلات شیری دریافتند که با کاهش اینولین و همزمان افزایش میزان تاگاتوز، میزان اندیس a^* از ۶/۹۹ تا ۱۱/۷۳، افزایش یافت (۶). همچنین عبدالخیر (۲۰۰۹) نشان داد که افزودن اینولین به شیر شکلاتی، باعث افزایش در مقدار a می‌شود (۱۲).

۳-۶- تاثیر متقابل افزودن اینولین و گوار بر میزان رنگ کشکک مایع (a^*)

مطابق شکل ۶، با افزایش میزان اینولین تا غلظت حدود ۱/۵ درصد روند تغییرات اندیس a^* افزایشی و معادل ۰/۷۵ بود و پس از آن تا غلظت ۲ درصد اینولین، میزان پارامتر a^* معادل ۰/۷ گزارش شد. افزودن گوار تا ۰/۴ درصد سبب افزایش a^* از ۰/۴۵ تا ۰/۷ گردید. اثر متقابل افزودن گوار و اینولین نیز باعث کاهش در فاکتور قرمزی a^* ، گردید. افزایش فاکتور قرمزی می‌تواند بواسطه رنگ کرمی گوار و اینولین قابل توجه باشد. بولنز و



شکل ۶- اثر متقابل گوار و اینولین بر فاکتور a^* کشکک مایع

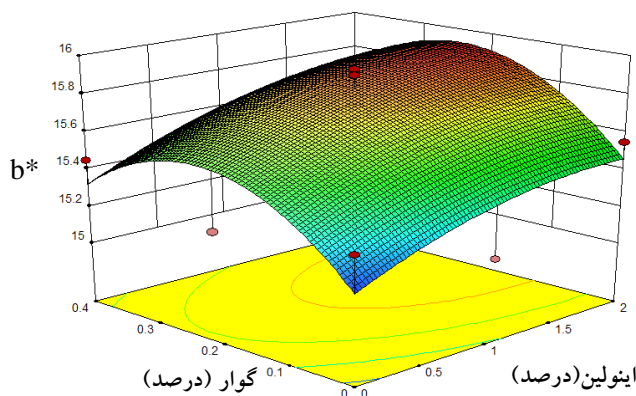
روند افزایشی در نمونه حاوی غلظت ۰/۳ درصد گوار-۲ درصد اینولین و معادل ۱۵/۹ گزارش گردید. اما با افزایش غلظت گوار تا ۰/۴ این میزان b^* از ۱۵/۹ به ۱۵/۷ کاهش یافت. افزایش فاکتور b^* می‌تواند بواسطه رنگ کرمی

۳-۷- تاثیر متقابل افزودن اینولین و گوار بر میزان رنگ کشکک مایع (b^*)

مطابق شکل ۷، افزایش مستقل گوار تا ۰/۳ درصد باعث افزایش شدید مقدار b^* تا ۱۵/۴۵ و افزایش اینولین در کلیه سطوح باعث افزایش میزان b^* از ۱۰ تا ۱۵/۴ شد. بیشترین

شیری دریافتند که با کاهش اینولین و افزایش میزان تاگاتوز، مقدار پارامتر b از ۶/۱۹ تا ۱۲/۲۵ افزایش یافت. همچنین عبدالخیر (۲۰۰۹) نشان داد که افزودن اینولین به شیر شکلاتی، باعث افزایش در مقدار b^* گردید (۱۲).

گوار و اینولین قابل توجه باشد. بولنز و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند نمونه شکلات شیری حاوی اینولین مقدار b^* (زردی) کمتری نسبت به نمونه شاهد داشت (۱۵). شوریده و همکاران (۱۳۹۰) نیز در بررسی روی تاثیر D - تاگاتوز و اینولین به عنوان جایگزین ساکارز بر خصوصیات شکلات



شکل ۷- اثر متقابل گوار و اینولین بر فاکتور (b^*) کشک مایع

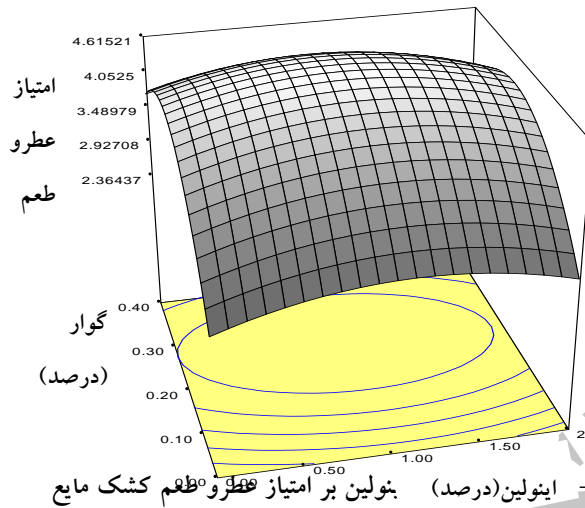
تواند سبب کاهش امتیاز عطر و طعم در فرآورده گردد. تولید عطر و طعم در فرآورده های شیری تخمیری، به عنوان مجموعه واکنش های مربوط به متابولیسم اسید لاکتیک، لیپولیز، اکسیداسیون و پروتئولیز می باشد، که در این واکنش ها، میکروارگانیسم ها از طریق سیستم آنزیمی خود عمل کرده، با متابولیزه کردن پیش ساز های مختلف، که عمدتاً لاکتوز می باشد، ترکیبات موثر در تامین آرومای فرآورده را فراهم میکنند (۱۲ و ۱۷). در خصوص استفاده از صمغ ها می توان گفت اتصال پایدار کننده به بخشی از آب موجود در فرآورده، باعث شود، آب کمتری برای تغییر فاز در محصول وجود داشته باشد. پایدار کننده در پخش یکنواخت مواد مولد عطر و طعم و جلوگیری از متلاشی شدن حباب هوا نیز نقش بسزایی دارند (۱۳، ۱۶ و ۲۱). گلوب (۲۰۰۴)، گزارش کرد که افزودن پری بیوتیک هایی نظیر لاکتولوز و اینولین و به ویژه استفاده از مخلوط این دو ترکیب در محصولات لبنی موجب افزایش طعم و مزه و همچنین بهبود احساس دهانی می شود (۱۹).

۳-۸- تاثیر متقابل افزودن اینولین و گوار بر امتیاز عطر و طعم کشک مایع

مطابق جدول آنالیز واریانس، مدل چند جمله ای درجه دو بهترین مدل برای تفسیر تغییرات عطر و طعم فرآورده تحت تاثیر سطوح مختلف اینولین و گوار بود. از این رو؛ عبارت های معنی دار شامل اثر خطی گوار و اثرات درجه دو هر دو متغیر بود. ($p < 0.05$). مطابق شکل ۸، با افزایش غلظت گوار به صورت مستقل، تا حدود غلظت ۰/۴ افزایش امتیاز عطر و طعم مشاهده شد (۳/۷) و پس از آن با افزایش غلظت تا ۰/۴، کاهش ملایمی در آن مشاهده گردید (۳/۵). با افزایش اینولین نیز تا غلظت حدود ۱/۵ درصد امتیاز عطر و طعم از ۲ به ۳/۱ افزایش و پس از آن با افزایش غلظت اینولین، روند امتیاز عطر و طعم ثابت بود. اثر متقابل این دو متغیر تاثیر مشهودی بر افزایش امتیاز عطر و طعم نمونه داشت بطوریکه بیشترین امتیاز در نمونه کشک حاوی ۱/۲ اینولین - ۰/۳ درصد گوار و معادل ۴/۱۵ گزارش شد. افزایش اینولین و گوار در غلظت های بالا، بدلیل تحریک نمودن باکتری های اسید لاکتیک و تولید اسی و کاهش pH می

نظر می‌رسد افزودن اینولین باعث بهبود ویژگی‌های طعمی و بافتی شده و احساس دهانی مطلوب‌تری را باعث می‌شود (۸).

نتایج حاصل از بررسی انجام شده توسط قائمی و همکاران (۱۳۸۹)، نشان داد که بالاترین میزان ارزیابی حسی (بافت و طعم) مربوط به پنیرهای حاوی ۲٪ اینولین بود. به



شکل ۸- اینولین (درصد) بنولین بر امتیاز عطر و طعم کشک مایع

در کشور با توجه به هزینه‌ی بالای واردات آن و کاربرد وسیع آن در زمینه‌ی دارویی و تغذیه‌ی، منطقی خواهد بود. مصرف فرآورده‌های غذایی حاوی ترکیبات فراسودمند در مقایسه با سایر شیوه‌های دریافت ترکیبات سلامتی زا و پری بیوتیک مانند کارگذاری موضعی یا مصرف خوراکی، به چند دلیل مقبولیت بیشتری نزد عموم دارد. نخست این که مردم کمتر به مصرف مواد دارویی تمایل نشان می‌دهند، دوم این که فرآورده‌های غذایی اثر حمایت‌کننده بر پروبیوتیک‌ها دارند و سوم جنبه‌حسی مصرف فرآورده‌های غذایی و لذت حسی ناشی از مصرف آن می‌باشد. با توجه به نیاز عمومی در خصوص مصرف فرآورده‌های لبنی، تنوع در کنار بهبود خصوصیات کیفی این قبیل فرآورده‌ها بویژه انواع فرآورده‌های سنتی در صنایع لبنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در راستای رعایت حقوق مصرف‌کننده، کارخانجات صنایع غذایی می‌بایست کیفیت مطلوب فرآورده و ارتقای ارزش غذایی را در اولویت قرار دهند، از این رو، تولید فرآورده‌هایی از این دست گام بزرگی در ارتقای سلامت جامعه خواهد داشت. در کشور ما، کشک به عنوان فرآورده سنتی از محبوبیت خاصی برخوردار است، با

۹-۳- بهینه‌یابی فرمولاسیون کشک مایع فراسودمند حاوی اینولین بومی و گوار

بر اساس نتایج حاصل از بهینه‌یابی عددی نرم افزار، بهترین شرایط فرمولاسیون کشک مایع فراسودمند با رویکرد دستیابی به مقادیر بیشینه بیشینه روشنی ۸۴/۳، امتیاز عطر و طعم ۴، اسیدیته ۱/۷، چسبندگی ۰/۰۰۷، صمغیت ۲/۸۳ و کمینه ماده خشک ۲۱/۶ شامل غلظت ۱/۲۵ درصد اینولین و ۰/۲۷ درصد گوار تعیین گردید. بر این اساس نمونه بهینه کشک مایع مجدد فرموله و تولید گردید؛ میزان چربی و پروتئین نمونه بهینه معادل ۲/۴ و ۱۱ درصد گزارش شد.

۴- نتیجه‌گیری

روند رو به رشد تمایل صنایع غذایی و داروسازی به کاربرد اینولین به عنوان ترکیب پری بیوتیک، جایگزین مناسب برای چربی و قند و همچنین نتایج بررسی آماری، حاکی از تولید روز افزون آن در سطح جهانی می‌باشد. مطلب اخیر متضمن روند صعودی افزایش قیمت اینولین و مواد خام مرتبط با آن است. اینولین در زمره غذاهای عملگر بوده که در تعامل با انواع هیدروکلوئیدهای طبیعی نظیر گوار می‌تواند نیازهای صنعت غذا به ترکیبات سلامتی زا را برآورده سازد. از این رو استخراج اینولین از گیاهان بومی

۹. لشگری، ح. خسروشاهی اصل، ا. گلکاری، ح. اشرفی پورقائلو، ر. ۱۳۸۷. بررسی امکان تولید پنیر سفید ایرانی کم چربی و بهینه سازی ویژگی های آن با استفاده از صمغ عربی و گوار. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، شماره ۱۰، ۳-۱.

۱۰. مهدیان، ا. گاراژیان، ر. و صبری، س. ۱۳۹۲. بررسی اثر جایگزینی چربی شیر با اینولین و کنسانتره پروتئینی شیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی کم چرب. مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی، شماره ۴، ۵۱-۴۳.

۱۱. میلانی، الف؛ کدخدایی، رسول. گلی موحد، غ. حسینی، ف. ۱۳۹۱. بهینه سازی استخراج اینولین از ریشه بابا آدم توسط امواج فراصوت با استفاده از روش سطح پاسخ، فصلنامه علمی- پژوهشی گیاهان دارویی. ۱۱(۲): ۱۳۳-۱۴۲.

12. Abd El-Khair, A.A. 2009. Optimization of a New Version of Chocolate Milk for Endurance Performance and Postexercise Recovery. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(4): 482-489.

13. Akalin, A.S., Karagözlü, C., and Ünal, G. 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227: 889-895.

14. Akin, M.B., Akin, M.S. and Kirmaci, Z. 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chemistry*, 104: 93-99.

15. Bolenz, S., Amtsberg, K. and Schape, R. 2006. The broader usage of sugars and fillers in milk chocolate made possible by the new EC cocoa directive. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 45-55.

16. Desmond, C., Ross, R.P., O'Callaghan, E., Fitzgerald, G. and Stanton, C. 2002. Improved survival of *Lactobacillus paracasei* NFBC 338 in spray-dried powders containing gum acacia. *Journal of Applied Microbiology*, 93: 1003-1011.

17. Devereux, H.M., Jones, G.P., McCormack, L. and Hunter, W.C. 2003. Consumer Acceptability of Low Fat Foods Containing

توجه به توسعه صنعتی کشور و رقابت های شدید اقتصادی به نظر می رسد تولید فرمولاسیون جدید و سلامتی زا برای کشک، سبب توسعه بیشتر و ایجاد رقابت های اقتصادی سالم تر خواهد شد. از جمله دستاوردهای مهم پژوهش کارایی موفقیت آمیز اینولین بومی و گوار در فرمولاسیون کشک مایع با رویکرد ارتقای ویژگی تغذیه ای فراورده سنتی در مقیاس صنعتی بود.

۵-منابع

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

۲. اخوان طباطبایی، ح. و زندی، پ. ۱۳۸۵. بررسی ارزش تغذیه ای، خواص تکنولوژیکی و کاربرد اینولین در صنایع غذایی، شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران، گرگان.

۳. امیرکاوئی، ش. ۱۳۸۴. تولید سس های سالاد کم کالری. پایان نامه ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۴. بی نام، استاندارد ملی ایران، شماره ۱۷۵۳.

۵. بی نام، استاندارد ملی ایران، شماره ۶۱۲۷.

۶. شوریده، م. تسلیمی، ا. عزیزی، م. و محمدی فر، م. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر D تاگاتوز و اینولین بعنوان جایگزین ساکارز بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی شکلات شیری. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۸، شماره ۲۹، ۱۱۳-۱۲۵.

۷. فرزانه مهر، ح. عباسی، س. و سحری، م. ۱۳۸۷. ارزیابی تاثیر جایگزین های قند روی برخی ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات شیری. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، شماره ۱۰، ۸۲-۶۵.

۸. قائمی، ه. حصاری، ج. و پوراحمد، ر. ۱۳۸۹. تولید پنیر سفید فراپالایشی سین بیوتیک با استفاده از سویه پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* و اینولین، مجله الکترونیک نوآوری و نگهداری مواد غذایی، جلد ۲، شماره ۴، ۳۲-۱۹.

23. Milani, E., Koocheki, A. 2010. The effects of date syrup and guar gum on physical, rheological and sensory properties of low fat frozen yoghurt dessert. *International Journal of Dairy Technology*; 64 (1): 121-130
24. Oliveira, R.P.S., Perego, P., Converti, A. and Oliveira, M.N. 2009. Effect of inulin supplementation of milk to prepare fermented biomilks. *Journal of Food Science*, 14: 1-7.
25. Philips, G., Ogasawara, T. and ushida, K. 2008. The regulatory and scientific approach to defining gum Arabic as a dietary fiber. *Food Hydrocolloids*, 22: 24-35.
26. Soukoulis, C. and Tzia, C. 2008. Impact of the acidification process, hydrocolloids and protein fortifiers on the physical and sensory properties of frozen yogurt. *International Journal of Dairy Technology*. 61: 170-177.
27. Zimeri, J.E. and Kokini, A. 2003. Rheological properties of inulin-waxy maize starch systems. *Journal of Carbohydrate Polymers*. 51(1): 67-85.
- Inulin and Oligofructose. *Journal of Food Science*, 68 (5): 1850-1854.
18. El-Nagar, G., Clowes, G., Tudorica, C.M., Kuri, V. and Brennan, C.S. 2002. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*, 55(2): 89-93.
19. Golob, T.; Micovic, E.; Bertoneclj, J.; Jamnik, M. 2004. Sensory acceptability of chocolate with inulin. *Acta agriculturae slovenica*. 221-231.
20. Kaur, N. and Gupta, A.K. 2002. Application of inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal of Bioscience*, 27(2):703-714.
21. Kosikowski, F.V. 1981. Properties of commercial flavored frozen yoghurt. *Journal of food protection*, 44: 853-856.
22. Lei, H., Ruan, R., Fulcher, R. G., van Lengerich, B., 2008, Color development in an extrusion-cooked model system, *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, Vol. 1, PP. 55-63.

Archive of SID