مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال نهم، شماره 1، بهار 1393، صفحات 38-31

پایدارسازی شربت خاکشیر با استفاده از هیدروکلوئیدهای بومی

منا سادات بهبهانی[1]، سلیمان عباسی[2]

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
2- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی (کلوئیدهای غذایی و رئولوژی)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
پست الکترونیکی: sabbasifood@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: 92/6/21 تاریخ پذیرش: 92/9/20

چکیده

سابقه و هدف: شربت خاکشیر علیرغم دارا بودن ویژگی‌های بسیار مفید، اغلب به جهت ناپایدار بودن و نبود مطالعات علمی، تاکنون چندان مورد توجه صنعت غذا نبوده است. در این بررسی، امکان پایدارسازی این شربت با استفاده از صمغ‌های فارسی و کتیرا (با توجه به خاصیت تشکیل ژل برگشت‌پذیر در حضور یون‌های فلزی) در حضور مقادیر مختلف تخم ریحان مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: برای تهیه شربت خاکشیر مطلوب، نخست تأثیر 3 متغیر (غلظت دانه‌های خاکشیر، شکر و تخم ریحان) مورد بررسی قرار گرفتند. سپس، به منظور پایدارسازی شربت خاکشیر و جلوگیری از ته نشینی دانه‌های تخم ریحان و خاکشیر، غلظت‌های مختلف صمغ فارسی کامل و بخش‌های محلول و نامحلول آن و همچنین غلظت‌های مختلف صمغ کتیرای کامل و بخش‌های محلول و نامحلول آن بررسی گردیدند. در ضمن، تأثیر حضور نمک کلرید آهن سه ظرفیتی($FeCl_3$) بر شربت‌های پایدار شده پس از انجام عمل پاستوریزاسیون (دمای 80 درجه سانتی‌گراد، مدت 1 دقیقه) و سرد کردن (7 درجه سانتی‌گراد، دمای مطلوب نوشیدن شربت خاکشیر) نیز بررسی شد. در پایان، ویژگی‌های حسی، رئولوژیکی و ظاهری شربت‌های تولید شده مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: براساس یافته‌های این بررسی، شربت خاکشیر در صورت دارا بودن5% خاکشیر، 0/5% تخم ریحان و 10% شکر مطلوبیت خوبی داشت. در ضمن، شربت‌های حاوی فاز محلول کتیرا (0/05%) و صمغ کامل کتیرا (0/3%) در حضور یون آهن ویژگی ژل‌های برگشت‌پذیر را از خود به نمایش گذاشتند. همچنین، ویژگی‌های حسی سامانه‌های شربتی خاکشیر پایدار شده توسط هیدروکلوئیدها بسیار شبیه شربت پایدار نشده بود و رفتار رئولوژیک آن تطابق خوبی با مدل هرشل-بالکلی داشت.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این بررسی نشان داد که با استفاده از صمغ‌های بومی و افزودن یون آهن می‌توان شربت خاکشیر پایدار شده و غنی‌سازی شده تولید نمود که از لحاظ ویژگی‌های حسی نیز قابل رقابت با شربت معمولی می‌باشد.

واژگان کلیدی: خاکشیر، ژل‌های برگشت‌پذیر، صمغ فارسی، کتیرا، ویژگی‌های رئولوژیکی

Archive of SID

• مقدمه

خاکشیر، گیاهی یکساله یا دو ساله از خانواده کروسیفرا (Cruciferae) و از تیره شب بویان با نام‌های علمی دسکوراینا سوفیا (*Descurainia sophia* L.)، سی‌سیمبریوم سوفیا (*Sisymbrium sophia* L.) و سی‌سیمبریوم ایریو (*Sisymbrium irio*) است (1) که دارای ظاهری کرک مانند در پایین گیاه و سری بدون کرک بوده و از نظر طب سنتی، گیاهی گرم و دارای خواص زیادی از جمله التیام بخش زخم‌ها و جراحات، تب بر، رفع اسهال، دفع کرم و سنگ کلیه، رفع کمبود ویتامین ث و خاصیت ضدعفونی کنندگی می‌باشد. اصولا در کشور ما از این فراورده اغلب برای تهیه شربت به منظور مصرف در فصل تابستان استفاده می شود (2). در ضمن، اغلب از تخم ریحان یا تخم شربتی نیز، به دلیل داشتن ترکیبات موسیلاژی و ایجاد حالت لعاب‌دار، در تهیه شربت استفاده می‌کنند که از جمله خواص این گیاه هم می‌توان به رفع عطش و رفع التهاب دستگاه ادراری اشاره کرد. اما همان‌گونه که می‌دانیم این شربت علیرغم دارا بودن ویژگی‌های بسیار مفید و اثرات تغذیه‌ای و غذا- دارویی بالا، اغلب به جهت عدم تولید صنعتی تاکنون چندان مورد توجه صنعت غذا نبوده است و به نظر می‌رسد یکی از مشکلات عمده در این راستا ناپایداری شربت خاکشیر بعد از تولید

www.SID.ir

می‌باشد. لذا در بررسی حاضر سعی شد تا تأثیر غلظت‌های مختلف بخش‌های محلول و نامحلول صمغ‌های فارسی و کتیرا (با توجه به خاصیت تشکیل ژل برگشت‌پذیر با برش در حضور یون‌های فلزی) روی تعلیق دانه‌های خاکشیر در شربت مورد بررسی قرار گیرد. لازم به توضیح است در ژل‌های برگشت‌پذیر با برش، معمولا اتصالات و پیوندها ضعیف بوده (3)، در نتیجه شبکه‌های تشکیل یافته در صورت وارد شدن نیرو و فشار تقریباً به راحتی شکسته می شوند (4). به این صورت که پس از تشکیل ژل، هنگامی که نیروی خارجی به آن وارد می‌شود اتصالات شکسته شده و ژل حالت موسیلاژی و روان‌تر پیدا می‌کند ولی پس از رفع فشار و نیروی وارد شده و گذراندن زمان استراحت که برای هر ژلی مدت زمان خاصی در نظر گرفته می‌شود، ژل ساختار خود را بازیافته و به حالت اولیه برمی‌گردد (5).

با توجه به مطالعات نگارندگان، تاکنون هیچ گونه سند علمی در این خصوص در داخل و خارج از کشور منتشر نشده لذا در بررسی حاضر در نظر است اولاً سطوح بهینه ترکیبات شربت (خاکشیر، تخم ریحان و شکر) برای تهیه شربت مطلوب تعیین گردد. دوماً تأثیر استفاده از غلظت‌های مختلف بخش‌های محلول و نامحلول صمغ‌های فارسی و کتیرا در جلوگیری از ته‌نشینی دانه‌های شربت خاکشیر مطالعه گردد. سوماً تأثیر تیمار حرارتی، دمای نگهداری و حضور یون آهن بر برگشت‌پذیری ژل حاصل از بخش‌های محلول و نامحلول صمغ‌های فارسی و کتیرا مشخص گردد و در نهایت تأثیر عوامل گفته شده روی ویژگی‌های حسی و رئولوژیکی شربت‌های تهیه شده مورد ارزیابی قرار گیرند.

• مواد و روش‌ها

مواد: دانه‌های خاکشیر، تخم ریحان (تخم شربتی)، صمغ فارسی (تهیه شده از جنگل‌های استان فارس) و کتیرا (*آستراگالوس گامی‌فر*) از عطاری‌ها و مراکز فروش گیاهان سنتی با توجه به نوع و گونه آن‌ها خریداری شدند. هر دو صمغ قبل از استفاده، آسیاب شده و به صورت پودر مورد استفاده قرار گرفتند. در ضمن، کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق نیز از شرکت مواد شیمیایی مرک (Merck Chemical Co., Darmstadt, Germany) خریداری شدند.

روش تهیه شربت خاکشیر: برای انجام یک کار علمی و نظام‌مند در رابطه با تهیه شربت خاکشیر، تأثیر 3 متغیر (غلظت دانه‌های خاکشیر، شکر و تخم ریحان) برای تهیه یک شربت مطلوب مورد بررسی قرار گرفتند. برای این منظور، از مقادیر 2/5، 5، 10، 15 و 30 گرم خاکشیر، 5، 10، 15، 20، 25 و 30 گرم شکر و همچنین 0/25، 0/5، 1، 2، 3 و 5 گرم تخم ریحان (تخم شربتی) برای تولید شربت در حجم ثابت100 میلی لیتر استفاده شد. بنابراین، مقادیر فوق قابل بیان به صورت درصد نیز می‌باشند.

جداسازی جزء محلول و نامحلول صمغ‌های فارسی و کتیرا: به منظور جداسازی قسمت‌های محلول و نامحلول صمغ فارسی، ابتدا میزان 3 درصد وزنی/وزنی پودر آماده شده صمغ فارسی به آب مقطر در حال هم زدن اضافه شد، سپس محلول به دست آمده به مدت حداقل 12 ساعت به منظور جذب آب، داخل یخچال قرار داده شد. پس از آن محلول صمغ فارسی به داخل فالکون های 50 میلی‌لیتری منتقل و به مدت 15 دقیقه در 14000 دور در دقیقه (20379*g*) در دمای 10 درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ گردید. به این ترتیب، بخش محلول و نامحلول صمغ فارسی از یکدیگر جدا شدند (6).

به منظور جداسازی قسمت‌های محلول (تراگاکانتین) و نامحلول (باسورین) کتیرا نیز، میزان 0/5 درصد وزنی/وزنی پودر آماده کتیرا به آب مقطر در حال هم زدن افزوده شد و سایر مراحل مشابه جداسازی اجزای صمغ فارسی انجام گردید (7).

پایدارسازی شربت خاکشیر: به منظور پایدارسازی شربت خاکشیر و جلوگیری از ته نشینی دانه‌های تخم ریحان و خاکشیر، غلظت‌های مختلف صمغ فارسی کامل (0/3، 0/6، 0/9 و 1/2 درصد) و بخش‌های محلول (0/15، 0/18، 0/21، 0/25، 0/3، 0/35، 0/4 و 0/5 درصد) و نامحلول (0/08، 0/16، 0/25، 0/32، 0/41، 0/8، 1/25، 1/66 و 2/08 درصد) آن به شربت خاکشیر اضافه شد. از طرف دیگر، تأثیر غلظت‌های مختلف صمغ کتیرای کامل (0/1، 0/2 و 0/3 درصد) و بخش‌های محلول (0/02، 0/03، 0/04 و 0/05 درصد) و نامحلول (0/11، 0/14، 0/23 و 0/29 درصد) آن نیز بررسی گردید.

تأثیر حضور نمک سه ظرفیتی روی شربت خاکشیر: به منظور بررسی تأثیر نمک بر رفتار رئولوژیکی هر کدام از فازهای محلول و نامحلول صمغ‌های فارسی و کتیرا در سامانه شربت خاکشیر از کلرید آهن ($FeCl_3$) استفاده شد که علاوه بر ایجاد تغییرات در رفتار سامانه، موجب غنی‌سازی این محصول با آهن نیز می‌گردد. از این رو، اثر محلول کلرید

Archive of SID

www.SID.ir

آهن سه ظرفیتی تا 0/0025 مولار، روی فازهای مختلف صمغ‌ها در سامانه شربت بررسی گردید.

تأثیر تیمارهای دمایی: شربت های خاکشیر با فرمولاسیون بهینه پس از تهیه در دمای 80 درجه سانتی‌گراد به مدت 1 دقیقه پاستوریزه شدند. این شربت‌ها پس از سرد شدن، در دمای 7 درجه سانتی‌گراد (به عنوان دمای مطلوب نوشیدن شربت خاکشیر) نگهداری شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های رنگی: ویژگی‌های رنگی شربت‌های خاکشیر تهیه شده با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج هانترلب بررسی و شاخص های ΔE (اختلاف رنگ کلی)، L^* (شاخص شفافیت – تیرگی)، a^* (شاخص قرمزی – سبزی)، b^* (شاخص زرد – آبی)، BI (شاخص قهوه‌ای شدن)، Hue (شاخص کاراملی شدن) تعیین گردیدند.

اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های رئولوژیکی: به منظور بررسی رفتار رئولوژیکی شربت های خاکشیر تهیه شده از دستگاه گرانروی‌سنج (Ultra DV3 LV, Brookfield Engineering, USA) استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری تنش برشی و گرانروی به‌صورت تابعی از سرعت برشی و تعیین نوع رفتار جریانی نمونه‌ها، از روش افزایش و کاهش شیب‌دار سرعت برشی استفاده شد (8). برای این منظور در مدت 10 دقیقه، سرعت برشی از $0/01\ s^{-1}$ تا $250\ s^{-1}$ افزایش و طی 10 دقیقه بعدی از $250\ s^{-1}$ به $0/01\ s^{-1}$ کاهش یافت. در ضمن، به منظور بررسی وابستگی زمانی، تغییرات گرانروی نسبت به زمان شربت‌های خاکشیر تولیدی در مدت 10 دقیقه و در سرعت برشی ثابت ($50s^{-1}$) بررسی گردید.

ارزیابی برخی ویژگی‌های حسی: برخی ویژگی‌های حسی نمونه‌ها (طعم، قابلیت روان شدن، حس دهانی، رنگ و پذیرش کلی) در چهارچوب آزمون هدونیک پنج طبقه (1، 2، 3، 4 و 5) به‌ترتیب معادل غیرقابل قبول، نسبتا رضایت بخش، خوب، عالی و بسیار عالی توسط 20 ارزیاب آموزش دیده ارزیابی شد (9).

• یافته‌ها

با توجه به مشکلات مربوط به تهیه شربت خاکشیر (ناپایداری و ته‌نشینی دانه‌های خاکشیر و تخم ریحان) و اطلاعات اندک در این زمینه، در بررسی حاضر همان‌طور که در بخش مقدمه گفته شد نسبت بهینه ترکیبات شربت خاکشیر (خاکشیر، تخم ریحان و شکر)، تأثیر استفاده از غلظت‌های مختلف بخش‌های محلول و نامحلول صمغ‌های فارسی و کتیرا در جلوگیری از ته‌نشینی دانه‌های شربت خاکشیر، تأثیر یون آهن بر برگشت‌پذیری ژل حاصل از بخش‌های محلول و نامحلول صمغ‌های فارسی و کتیرا و همچنین ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی شربت‌های تهیه شده مورد بررسی قرار گرفت که نتایج هر بخش به طور مجزا در زیربخش‌های بعدی ارائه شدند.

تأثیر غلظت‌های مختلف ترکیبات و صمغ‌ها در پایداری شربت خاکشیر: براساس نتایج این بررسی، به نظر می رسد که شربت خاکشیر مطلوب بایستی حاوی 5% خاکشیر، 0/5% تخم ریحان و 10% شکر باشد. در ضمن، این شربت در حضور حداقل 1/2 درصد صمغ کامل فارسی، 0/8 درصد بخش نامحلول آن، 0/3 درصد صمغ کامل کتیرا، 0/14 درصد فاز نامحلول و 0/05 درصد فاز محلول آن پایدار شد. لازم به ذکر است که فاز محلول صمغ فارسی حتی در غلظت‌های بالا نیز قادر به پایدارسازی شربت خاکشیر نبود.

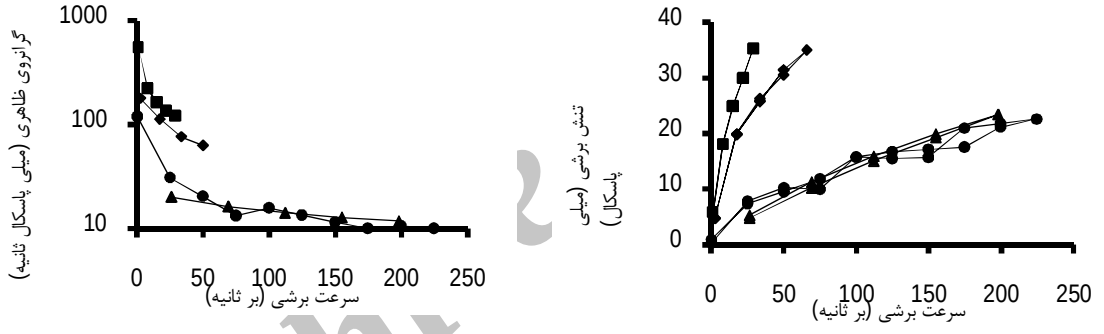
شربت‌های پایدار شده با فاز نامحلول صمغ‌های فارسی و کتیرا در حضور یون آهن به صورت ناپایدار درآمدند، به طوری که به طرز قابل مشاهده‌ای گرانروی آن‌ها کاهش پیدا کرد و با افزایش غلظت نمک مصرفی، دانه ها ته‌نشین شدند. در حالی که گرانروی شربت‌های پایدار حاوی صمغ کامل کتیرا و فاز محلول آن با افزودن نمک کلرید آهن به‌طور چشم‌گیری افزایش یافت و تعلیق بهتر دانه‌ها مشاهده شد. ساختار این سامانه‌ها به‌صورتی بود که به‌هنگام افزودن نمک، گرانروی آن افزایش یافت ولی در صورت اعمال نیرو و هم‌زدن شربت، گرانروی کاهش یافت و شربت به‌دست‌آمده از روانی مناسب برخوردار بود. لازم به ذکر است که پس از هم‌زدن و سپری شدن زمان استراحت، دوباره گرانروی شربت افزایش یافت و این حالت همان ویژگی ژل برگشت‌پذیر می‌باشد.

ویژگی‌های رئولوژیکی شربت خاکشیر حاوی ژل برگشت‌پذیر: افزودن نمک آهن به فاز محلول کتیرا موجب ایجاد حالت ژل مانند در سامانه تولیدی شد (شکل 1) که بعد از هم‌زدن و روان‌شدن شربت خاکشیر، این سامانه از مدل هرشل- بالکلی تبعیت کرد و ویژگی سیال غیرنیوتنی را نشان داد (شکل 2). از طرف دیگر، افزودن نمک کلرید آهن به صمغ کامل کتیرا نیز همانند بخش محلول این صمغ سبب ایجاد حالت ژل مانند در سامانه تولیدی حاوی کتیرای کامل شد (شکل 3) و دلیل این امر را می‌توان به حضور فاز محلول کتیرا در صمغ کتیرای کامل نسبت داد چراکه گرانروی فاز نامحلول کتیرا در حضور نمک کاهش پیدا

Archive of SID
www.SID.ir

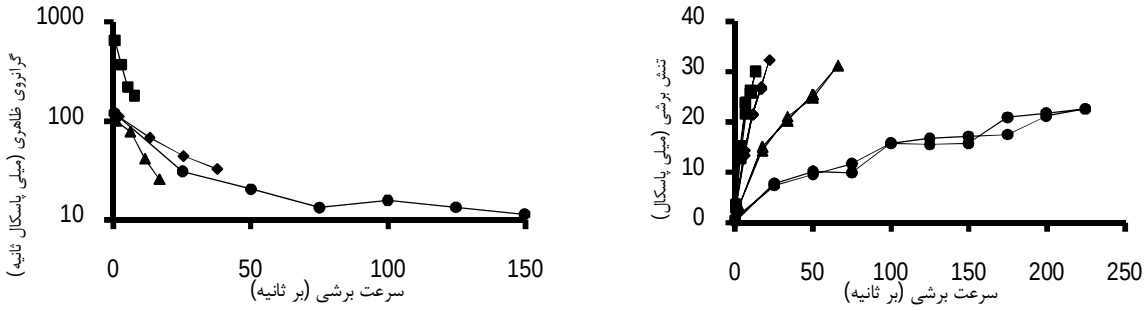
می‌کند و تنها فاز محلول صمغ کتیرا است که در حضور نمک دچار افزایش گرانروی می‌شود و از آنجا که کتیرای کامل شامل هر دو فاز می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که بخش محلول آن سبب ایجاد این ویژگی شده است. ویژگی‌های رئولوژیکی این شربت نیز همان‌طور که در شکل 3 (الف) دیده می‌شود، شربت حاوی صمغ کامل کتیرا برای جریان یافتن همانند فاز محلول و نامحلول آن به تنش تسلیم نیاز داشته و این موضوع نشان می‌دهد که این شربت نیز از مدل هرشل- بالکلی پیروی کرده و غیرنیوتنی می‌باشد. همچنین، شکل 2 (ب) نشان می‌دهد که شربت حاوی این بخش از صمغ نیز، همانند سایر شربت‌ها با افزایش دما و سرعت برشی، شاهد کاهش گرانروی آن هستیم.

شکل 1. نمای ظاهری شربت خاکشیر ته‌نشین شده و شربت خاکشیر پایدار



الف) ب)

شکل 2. تأثیر دما (●: شاهد (c□25)،♦: c□25، ■: c□ 7 و ▲: c□ 80) روی رفتار رئولوژیکی شربت خاکشیر (حاوی 5 درصد خاکشیر، 10 درصد شکر و 0/5 درصد تخم ریحان) پایدار شده با 0/05 درصد فاز محلول کتیرا در حضور $FeCl_3$ با pH حدود 5
الف) تنش برشی- سرعت برشی و ب) گرانروی- سرعت برشی



الف) ب)

شکل3. تأثیر دما (●: شاهد (c□25)،♦: c□25، ■: c□ 7و ▲: c□ 80) روی رفتار رئولوژیکی شربت خاکشیر(حاوی 5 درصد خاکشیر، 10 درصد شکر و 0/5 درصد تخم ریحان) پایدار شده با 0/3 درصد صمغ کامل کتیرا در حضور $FeCl_3$ با pH حدود 5/2
الف) تنش برشی - سرعت برشی و ب) گرانروی- سرعت برشی

Archive of SID
www.SID.ir

تغییرات رنگی: بر اساس داده‌های آماری و اطلاعات به دست آمده در مورد شاخص شفافیت-تیرگی (L^*) شربت‌ها، ملاحظه شد که حضور صمغ‌ها در شربت‌های تهیه شده، چندان اثر معنی داری روی شفافیت آن‌ها نداشته و تنها شفافیت شربت‌های حاوی نمک کلرید آهن، تقریباً متفاوت از سایر شربت‌ها بود. در مورد سایر شاخص‌ها نیز همان طور که در جدول 1 دیده می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که شاخص قرمزی-سبزی (a^*) نمونه شاهد بیشتر از نمونه‌های حاوی صمغ می‌باشد. همچنین، شاخص زرد- آبی (b^*) نمونه‌های حاوی صمغ بیشتر از نمونه‌های شاهد بود. از طرف دیگر، از آن‌جا که محلول کلرید آهن دارای رنگ زرد تیره می‌باشد، شاخص زرد-آبی در شربت‌های خاکشیر حاوی نمک بیشتر از شربت‌هایی است که در آن‌ها از نمک استفاده نشده است.

روند تغییرات شاخص‌های قرمزی-سبزی (a^*) و زرد-آبی (b^*) در شربت‌های پاستوریزه شده نیز همانند شربت‌های حرارت ندیده بود و به‌طور مقایسه‌ای می‌توان گفت با اعمال حرارت، بر میزان قرمزی و زردی شربت‌ها افزوده شد.

جدول 1. تأثیر فرمولاسیون شربت خاکشیر و اعمال تیمار حرارتی بر میانگین برخی شاخص‌های رنگی شربت‌های خاکشیر پایدار شده

شماره نمونه	فرمولاسیون شربت خاکشیر	بدون تیمار حرارتی				بعد از پاستوریزاسیون (80°c - 1 دقیقه)				
		L^*[3]		BI[2]	Hue[1]				BI	Hue
1	سامانه خاکشیر (5 درصد خاکشیر، 10 درصد شکر و 0/5 درصد تخم شربتی) به عنوان شاهد	32/72	13/75	27/94	182	60/53	27/43	14/14	25/07	208	63/77
2	سامانه خاکشیر پایدار شده با فاز نامحلول صمغ فارسی (غلظت 0/8 درصد)	30/91	12/86	24/92	168/2	58/31	23/25	13/68	22/24	212	62/60
3	سامانه خاکشیر پایدار شده با صمغ فارسی کامل (غلظت 1/2 درصد)	32/10	13/45	28/34	192	58/53	24/17	14/04	22/86	225	64/34
4	سامانه خاکشیر پایدار شده با فاز نامحلول کتیرا (غلظت 0/14 درصد)	30/98	15/06	29/65	224	57/50	23/86	15/63	24/59	258	62/96
5	سامانه خاکشیر پایدار شده با فاز محلول کتیرا (غلظت 0/05 درصد)	32/37	11/98	22/63	152	61/99	25/87	12/08	23/43	203	62/60
6	سامانه خاکشیر پایدار شده با فاز محلول کتیرا (غلظت 0/05 درصد) در حضور FeCl3 (0/005 مولار)	27/70	8/92	24/77	190	70/14	22/20	9/01	25/71	290	70/66
7	سامانه خاکشیر پایدار شده با کتیرای کامل (غلظت 0/3 درصد)	32/31	12/54	24/72	152	59/53	25/78	12/99	22/14	170	63/08
8	سامانه خاکشیر پایدار شده با کتیرای کامل (غلظت 0/3 درصد) در حضور FeCl3 (0/005 مولار)	27/77	9/07	26/12	210	69/39	22/44	9/82	26/18	240	70/79

[1] شاخص کاراملی شدن :Hue

[1] شاخص قهوه‌ای شدن :BI

[1] شاخص شفافیت – تیرگی: L^*

Archive of SID

www.SID.ir

ویژگی‌های حسی: نتایج آزمون چشایی نیز نشان داد (جدول 2) میانگین امتیازات سامانه‌های پایدار شده توسط بخش‌های مختلف صمغ‌های فارسی و کتیرا تفاوت چندانی با نمونه‌ی شاهد (شربت خاکشیر بدون صمغ) نداشت، حتی در بعضی موارد مصرف‌کنندگان آن‌ها را مطلوب‌تر ارزیابی کردند.

جدول 2. مقایسه میانگین امتیازهای حسی شربت‌های خاکشیر پایدار شده با نمونه شاهد

شماره نمونه	فرمولاسیون شربت خاکشیر	ویژگی حسی (امتیاز از 5)				
		طعم	قوام	حس دهانی	رنگ	پذیرش کلی
1	سامانه خاکشیر (5 % خاکشیر، 10 % شکر و 0/5 % تخم شربتی) به عنوان شاهد	3/80	2/95	4/00	4/55	2/95
2	سامانه خاکشیر پایدار شده با فاز نامحلول صمغ فارسی (0/8 %)	3/70	3/80	3/75	4/55	3/95
3	سامانه خاکشیر پایدار شده با صمغ فارسی کامل (1/2 %)	3/75	4/00	4/30	4/60	3/80
4	سامانه خاکشیر پایدار شده با فاز نامحلول کتیرا (0/14 %)	3/75	3/85	4/00	4/60	4/30
5	سامانه خاکشیر پایدار شده با فاز محلول کتیرا (0/05 %)	4/15	3/65	4/60	4/60	4/60
6	سامانه خاکشیر پایدار شده با فاز محلول کتیرا (0/05%) در حضور $FeCl_3$ (0/005 مولار)	3/70	4/70	3/20	4/55	2/80
7	سامانه خاکشیر پایدار شده با کتیرای کامل (0/3 %)	4/00	4/00	4/10	4/60	4/00
8	سامانه خاکشیر پایدار شده با کتیرای کامل (0/3 %) در حضور $FeCl_3$ (0/005 مولار)	3/65	4/10	3/30	4/55	2/85

• بحث

براساس نتایج این بررسی، شربت خاکشیر دارای 5% خاکشیر، 0/5% تخم ریحان و 10% شکر از مطلوبیت بالایی برخوردار بود که در این شربت دانه‌های خاکشیر در حضور مقادیر 0/8 درصد بخش نامحلول صمغ فارسی و 1/2 درصد صمغ کامل فارسی پایدار شدند. در پژوهش‌های قبلی انجام شده روی صمغ فارسی نیز گزارش شده است که این صمغ دارای دو فاز محلول و نامحلول با وزن مولکولی متفاوت بوده که فاز محلول در میان زنجیره‌های فاز نامحلول احاطه شده است. بدین ترتیب این شبکه با افزایش غلظت صمغ در محیط، به علت حضور زنجیره بیشتر در محیط، مستحکم‌تر شده و ذرات را به صورت معلق در خود نگه داشته و مانع از ناپایداری و جداشدن فازها می‌شود (10).

همچنین در این شربت دانه‌های خاکشیر در حضور مقادیر 0/14 درصد فاز نامحلول کتیرا، 0/05 درصد فاز محلول کتیرا و 0/3 درصد صمغ کامل کتیرا به حالت تعلیق درآمده و پایدار شدند. در ضمن، شربت‌های حاوی فاز محلول کتیرا (0/05%) و صمغ کامل کتیرا (0/3%) درحضور یون آهن ویژگی ژل‌های برگشت‌پذیر را از خود به نمایش گذاشتند. به طوری که با اعمال تنش به شکل کاملاً نرم و روان درآمد ولی در شرایط بدون تنش و سکون، حالتی ژل مانند داشت. بروز چنین رفتاری در بخش محلول صمغ کتیرا، نخستین بار در بررسی دبستانی مشاهده شد که بر اساس گزارش وی، افزودن نمک سه ظرفیتی کلرید آلومینیوم باعث افزایش گرانروی و در نهایت تشکیل ژل پایدار و برگشت‌پذیر شد (10). تاکنون نیز پژوهش‌هایی روی کتیرا انجام شده که نتایج حاکی از آن است که جایگاه‌هایی در گروه‌های متوکسیل و کربوکسیل کتیرا وجود دارند که قابلیت اتصال به یون‌های سه ظرفیتی را داشته و سبب

Archive of SID
www.SID.ir

تشکیل اتصالات شبکه ژلی می‌شوند (11). در پژوهشی دیگر روی صمغ کتیرا نیز اعلام شد که بسپارهایی که گروه‌های زیادی با قابلیت یونیزه شدن داشته و میزان بار زیادی بر آن‌ها می‌تواند قرار گیرد، ساختار غیر قابل انعطاف از خود نشان می‌دهند. این گونه بسپارها با افزودن نمک انعطاف‌پذیری پیدا کرده و ساختارشان تغییر می‌کند (12).

از لحاظ ویژگی‌های رئولوژیکی نیز تمامی شربت‌های خاکشیر حاوی صمغ و یون آهن، برای ایجاد جریان نیاز به تنش تسلیم داشتند. در ضمن، ویژگی‌های جریانی اغلب نمونه‌ها بیشترین تطابق را با مدل هرشل- بالکلی از خود نشان دادند. از طرف دیگر، همان طور که در بعضی از نمودارهای تنش برشی- سرعت برشی مشاهده شد، بین مد بالارونده و پایین‌رونده حلقه پس ماند ایجاد شده است که وجود این حلقه حاکی از وجود ویژگی تیکسوتروپیک در سیالات وابسته به زمان می‌باشد (13).

بسیاری از ویژگی‌های حسی سامانه‌های شربتی خاکشیر که توسط هیدروکلوئیدها پایدار شدند نیز در جایگاهی بالاتر از نمونه شاهد قرار گرفتند که از این میان می‌توان به شربت پایدار شده توسط فاز محلول کتیرا و صمغ کامل کتیرا نام برد. از این رو این سامانه به عنوان محصولی نو و قابل قبول توسط بسیاری از مصرف‌کنندگان ارزیابی شد و یافته‌های این بررسی نشانگر امکان تولید صنعتی این شربت و نوشیدنی سنتی به صورت غنی شده با آهن می‌باشد که می‌تواند در پیشگیری از بیماری فقر آهن نیز بسیار مفید باشد.

با توجه به مطالب گفته شده، اگرچه تاکنون شربت خاکشیر به عنوان یک نوع نوشیدنی سنتی با اثرات دارویی و تغذیه‌ای مطلوب مورد توجه بوده و طرز تهیه و مصرف آن کاملا در مقیاس سنتی و خانگی باقی مانده است، ولی به نظر می‌رسد که با توجه به یافته های بررسی حاضر، ضمن ارزیابی تأثیر عوامل ذکر شده در پایدارسازی، امکان تولید چنین فراورده سنتی در بعد صنعتی نیز نکته‌ای در خور تامل است و به این ترتیب می‌توان نوعی شربت سنتی غنی شده (با آهن) را به صنعت غذا برای بررسی امکان تولید آن در مقیاس وسیع معرفی کرد البته لازم به ذکر است که این پژوهش فقط نخستین گام در این زمینه بوده و برای تولید صنعتی حتماً نیاز به بررسی‌های بیشتر از منظرهای مختلف می‌باشد.

• References

1. AbdulAziz NAJ.Phytochemical and biological studie of *Sisymbriumirio* L. growing in Saudi Arabia. J Saudi Chem Soc 2011; 4:26–31.
2. MirHeydar H. Herbal Sciences, Volume 2, Office of Islamic Culture Publication Press; 1994; p. 535 [in Persian].
3. Zhang CZ. Reversible gelation and glass transition: Towards a microscopic model of reversible polymer gel. J Phys Chem US 2007; 3:55–63.
4. Gabriele A, Spyropoulos F, Norton IT. Kinetic study of fluid gel formation and viscoelastic response with kappa-carrageenan. Food Hydrocolloid 2009; 23:2054–2061.
5. Norton IT, Jarvis DA, Foster TJ. A molecular model for the formation and properties of fluid gels. Int J Biol Macromol 1999; 26:255–261.
6. Mohamadi S,Abbasi S,Hamidi Z. Effect of some hydrocolloids on physical stability, rheological and sensory properties of milk-orange juice mixture. Iran J Nutr Sci Food Technol 2010; 4: 1–12 [in Persian].
7. Azarikia F, Abbasi S, Azizi MH. Efficiency and mechanism of hydrocolloids in preventing serum separation in Doogh. Iran J Nutr Sci Food Technol 2010; 4(1): 11–22 [in Persian].
8. Caggioni, M. Rheology and microrheology of a microstructuredfluid: The gellan gum case. J Soc Rheol 2007; 5:851–865.
9. Abbasi S. Handbook of Elementary Rheology, (By Howard Barnes), 1st ed., Marz-e-Danesh Publication 2008; p. 211 [in Persian].
10. Dabestani M. Influence of some parameters on functional properties of Persian-Tragacanth gums and mechanism of their interactions. Tehran: Tarbiat Modares University; 2011 [in Persian].
11. Rodd A, Cooper-White J, Dunstan D, Boger D. Gel point studies for chemically modified biopolymer networks using small amplitude oscillatory rheometry. Polymer 2001; 42:185–198.
12. Mohammadifar MA, Musavi SM, Kiumarsi A, Williamas, P. Solution properties of targacanthin (water-soluble part of gum tragacanth exudate from *Astragalus gossypinus*). Int J Biol Macromol 2006; 38:31–39.
13. Abbasi S. Food texture and viscosity: concept and measurement (By Malcolm Bourne) 1st ed., Marz-e-Danesh Publication 2007 p. 384 [in Persian].

Archive of SID

www.SID.ir

Stabilization of Flixweed (*Descurainia sophia* L.) syrup using native hydrocolloids

Behbahani M[1], Abbasi S[2]*

1- MS.c in Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

*2-*Corresponding author: Associate prof, Food Colloids and Rheology Lab., Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, E-mail: sabbasifood@modares.ac.ir*

Received 12 Sept, 2013 **Accepted 11 Dec, 2013**

Background and Objectives: Flixweed (*Descurainia sophia* L.) is a native plant with seeds that contain a number of nutraceuticals. In different parts of Iran, the seeds of this plant are used to prepare medicinal syrup (*sharbat*). Despite the medicinal and nutritious advantages of this product, the precipitation of flixweed seeds in syrup is one of the common problems which restrict its commercial usage. The present study investigated the use of native hydrocolloids and production parameters on the stabilization of flixweed syrup.

Materials and Methods: The effect of the concentration of flixweed seeds, sugar, basil seeds, native hydrocolloids (soluble and insoluble fractions of Persian gum, PG, and gum Tragacanth, GT), pH, and thermal treatment on the stabilization, rheological and sensory properties of flixweed syrup were examined. The influence of trivalent ions ($FeCl_3$) on the production of reversible characteristics was studied.

Results: The findings indicated that PG (1.2%), insoluble fraction of PG (0.8% wt), GT (0.3%), soluble fraction of GT (0.05% wt), and insoluble fraction of GT (0.14% wt) stabilized flixweed seeds in syrup. Furthermore, the presence of $FeCl_3$ (0.005 mol/l) produced a reversible gel in syrups containing the soluble fraction of GT. The rheological properties of the stabilized syrups showed good fit with the Hershel-Bulkley model. In terms of sensory characteristics, the stabilized flixweed seed syrup (5% wt), basil seeds (0.5% wt), sucrose (10% wt) and soluble fraction of GT (0.05% wt) showed the greatest similarity to the control.

Conclusions: The findings showed that native gums, in the presence of iron ions, can stabilize as well as enrich the Flixweed syrup where its sensory characteristics was very similar to the unstable regular syrup.

Keywords: Flixweed, Reversible gels, Persian gum, Tragacanth, Rheological properties

Archive of SID

www.SID.ir