

بررسی تأثیر انواع مکمل فیبری اصلاح شده بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای آب میوه

طیبه توکلی ممتاز^۱، الناز میلانی^{۲*}، مجید هاشمی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی جهاددانشگاهی کاشمر، کاشمر، ایران

۲- استادیار، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی

۳- مربی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۷/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۰۲)

چکیده

نقش فیبر بر سلامت افراد کاملاً به اثبات رسیده است. از آنجا که میزان مصرف فراورده های غذایی حاوی فیبر رژیمی به شدت در حال افزایش است. راهکار مناسب به منظور بهبود ویژگی تکنولوژی و تغذیه ای، استفاده از منابع مختلف فیبری نظیر سبوس گندم میباشد. استفاده از سبوس، در کنار ویژگی های تغذیه ای مطلوب اما بدلیل مشکلات تکنولوژیکی در فرمولاسیون های غذایی، محدود بوده و نیازمند فراوری می باشد. هدف پژوهش، تأثیر دو روش فراوری اکستروژن و تخمیر بر ویژگی های سبوس و مقایسه تأثیر افزودن سبوس گندم تخمیری و اکستروژن شده با نمونه تجاری فیبر پرتقال در سطوح ۰/۵، ۰/۷ و ۱ درصد بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی آب میوه در طول دوره نگهداری ۲۰ روز بود. نتایج نشان داد افزودن انواع مکمل فیبری و شرایط نگهداری سبب افزایش معنی دار کدورت، خاکستر، بریکس و کاهش قند احیا و کل و همچنین شاخص های روشنایی (L*)، زردی (b*) و قرمزی (a*) گردید ($P \geq 0.05$). بیشترین میزان افزایش فراکسیون های فیبری محلول در نمونه تخمیری ۵/۶۲ و نمونه اکستروژن ۴/۸۹ مشاهده شد. بیشترین میزان کاهش اندازه ذرات در سبوس اکستروژن ۱/۷۱ مشاهده شد که در محدوده اندازه ذرات فیبر تجاری بود (۱/۰۵ میکرومتر). بیشترین میزان آهن نیز در نمونه های حاوی سبوس تخمیری مشاهده شد (۱۰/۰۷ mg/kg). بررسی ویژگی های حسی نشان داد؛ بیشترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به نمونه حاوی ۰/۵ درصد سبوس گندم اکستروژن بود. با توجه به ترکیبات تغذیه ای موجود در سبوس گندم اکستروژن شده و راندمان بالای تولید نیمه صنعتی در مقایسه با نمونه تخمیری، استفاده از آن با رویکرد تولید نوشیدنی جدید فراسودمند توصیه می گردد.

کلید واژگان: آب میوه، اکستروژن، سبوس گندم، تخمیر، مکمل فیبری.

۱- مقدمه

محصولات غذایی فراسودمند به ماده غذایی اطلاق می‌شود که اثراتی فراتر از ارزش تغذیه‌ای خود بر سلامتی انسان داشته باشد [۱]. نوشیدنی‌های فراسودمند با دارا بودن مواد مغذی مختلف مثل اسید آسکوربیک، توکوفرول و بتاکاروتن مهم‌ترین فرآورده‌هایی هستند که در سال‌های اخیر به عنوان محصولات جدید توسعه یافته‌اند [۲]. محصولات غذایی حاوی فیبر با کاهش خطر بیماری قلبی عروقی، دیابت، فشار خون بالا، چاقی و اختلالات دستگاه گوارش مزایای سلامتی بخشی را به همراه دارند. محصولات حاوی فیبر کاهش میزان کالری، کلسترول و چربی را به مصرف‌کننده ارائه می‌دهند [۳]. آب‌میوه‌ها بخش مهمی از رژیم غذایی مدرن در بسیاری از جوامع و کشورها می‌باشد و جزء بهترین نوشیدنی‌هایی هستند که با در اختیار داشتن املاح و ویتامین‌ها ضمن رفع عطش، بخش قابل توجهی از نیاز بدن به ویتامین‌ها را تأمین می‌کنند و به همین دلیل متخصصین تغذیه مصرف روزانه آن‌ها را توصیه می‌کنند [۴]. محصولات تهیه شده از آب میوه‌های تغلیظ و فرآوری شده می‌توانند سطوح خیلی پایینی از فیبر داشته باشند که در نتیجه فرآوری، همین مقدار فیبر نیز حذف می‌شود. آب‌میوه به دلیل داشتن مواد مغذی مفید و یک پروفایل طعمی جذاب می‌تواند محیطی ایده آل برای ترکیبات سلامتی بخش فراسودمند برای همه گروه‌های سنی باشد. به‌طور کلی نوشیدنی‌های غیر لبنی معمولاً ویسکوزیته بسیار کم و pH پایین دارند و افزودن فیبر می‌تواند تأثیر مستقیمی بر احساس دهانی، بافت و عطر و طعم محصول داشته باشد [۵]. یکی از اصلی‌ترین منابع فیبر، سبوس گندم است که به‌عنوان یکی از محصولات جانبی فرآیند آسیاب گندم شناخته می‌شود و سال‌های متمادی به‌عنوان یک منبع ارزان قیمت، در تغذیه انسان مورد توجه قرار گرفته است. این ماده منبع کاملی از ترکیبات غذایی مهم مانند فیبرهای غذایی، مواد معدنی، ویتامین‌ها و اسیدهای فنولی است [۶ و ۷]. اما این مواد به دلیل مشکلات تغذیه‌ای و تکنولوژیکی نظیر بافت خشن، آلودگی میکروبی، حضور اسیدفیتیک نیازمند فرآوری می‌باشند. یکی از تکنولوژی‌های مهم برای فرآوری منابع فیبری رژیمی، اکستروژن مواد غذایی است [۸]. روش‌هایی مانند تیمارهای آنزیمی، تخمیریو اعمال فرآیندهای پخت مانند اکستروژن می‌توانند ویژگی‌های تغذیه‌ای و تکنولوژیکی سبوس رابه میزاقابل توجهی تغییر دهند [۹]. تخمیر را می‌توان به عنوان یک فرآیند مطلوب ناشی از تغییرات

بیوشیمیایی حاصل از فعالیت میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌های آن‌ها، برای از بین بردن اجزای نامطلوب در محصولات فرآوری شده تعریف کرد [۱۰]. همچنین فرآیند پخت اکستروژن نوعی فرآیند با دمای بالا و زمان کوتاه می‌باشد که در آن، ماده غذایی بعد از همگن‌شدن تا نقطه نرم شدگی (پلاستیسیته) خود تحت تأثیر حرارت، نیروی برشو فشار بالا قرار گرفته و ضمن پاستوریزه شدن دچار تغییر نیز می‌شوند [۱۱].

الفحطانی و همکارانش (۲۰۱۴) تأثیر افزودن فیبر پرتقال، فیبرگندم و فیبر جو دو سر را در نوشیدنی فرآوری شده‌ها درجه حرارت زیاد (UHT) بررسی نمودند. نتایج نشان داد؛ رابطه مثبت بین ویژگی‌های فیبر و غلظت نوشیدنی وجود دارد. به طوری که با افزایش غلظت و یا توزیع اندازه ذرات فیبر، ویسکوزیته پایدار بر شیب بیشتر خواهد بود. علاوه بر این، نگهداری بلند مدت بیش از ۱۲ هفته در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد موجب افزایش غلظت در ویسکوزیته گردید [۱۲].

رنوکا و همکاران (۲۰۰۹) از فروکتوالیگوساکاریدها جهت غنی‌سازی آب میوه‌های آناناس، انبه و پرتقال استفاده کردند. در مطالعه آنان، اسیدیته قابل تیترا، pH، مواد جامد محلول کل و رنگ طی دوره نگهداری ۶ ماهه تغییر معنی‌داری نکرد [۵]. با وجود خواص خوب درمانی فیبر، خلأ آن در نوشیدنی‌های صنعتی شدیداً احساس می‌شود. استفاده از ضایعات ارزان‌قیمت و در دسترس، در نوشیدنی‌های فاقد فیبر راهکاری مناسب جهت تأمین نیازهای سلامتی بخش مصرف‌کنندگان می‌باشد. در این مطالعه، تأثیر افزودن سطوح مختلف دو نمونه سبوس گندم فرآوری شده در مقایسه با نمونه مکمل فیبری تجاری (فیبر پرتقال) بر ویژگی‌های آب‌میوه آناناس و با هدف جایگزینی منابع ارزان و مغذی مکمل فیبری با نمونه‌های تجاری و وارداتی و در نهایت کاهش قیمت تمام شده مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

سبوس گندم از شرکت غله و خدمات بازرگانی منطقه دو، کنسراتره آناناس از شرکت جیانت اندونزی تهیه‌گردید که ویژگی‌های آن در جدول ارائه شده است. فیبرتجاری پرتقال از شرکت فایبر استار امریکا تهیه شد (جدول ۳). مواد شیمیایی همگی از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

Table 1 Pineapple concentrate properties

Formaldehyde (mg/100g)	Total ash (%)	density (g/mg)	reducing sugar (g/100g)	sucrose (g/100g)	acidity (g/100g)	pH	Brix
58.4	1.54	45.6	25.3	19.28	2.64	3.64	65

اسیدسیتریک (۲/۰ درصد وزنی حجمی) اسید اسکوربیک (۲/۰ درصد وزنی حجمی) و با آب به نسبت مشخص به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده و با همزن کاملاً مخلوط شدند. نمونه فوق حاوی حداقل ۵۰ درصد آب میوه طبیعی بود. پس از تهیه نکتار، مقادیر مختلفی (۰/۵، ۰/۷ و ۱ درصد) از سبوس تخمیر شده، سبوس اکستروود شده و فیبر پرتقال هر یک به طور جداگانه به نکتارها اضافه شدند. پس از آماده سازی نکتار آناناس، نمونه‌ها به وسیله سیستم پایلوت شرکت عالیس (مدل HT320 ساخت شرکت OMV کشور هلند) با فشار ۹۰ بار هموژن و با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه پاستوریزه و کلیه نمونه‌های تهیه شده در بطری‌های ۲۷۵ میلی‌لیتری بسته‌بندی شدند. بطری‌های آبمیوه در یخچال و درجه حرارت ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ روز نگهداری شد و پارامترهای بریکس، pH، اسیدیته تیمارها در فواصل زمانی ۱۰ روزه اندازه‌گیری شدند.

۲-۵- اندازه‌گیری درجه بریکس

اندازه‌گیری بریکس نمونه‌های آب‌میوه دستگاه رفاکتومتر (مدل PLA3 ساخت شرکت ATAGO کشور ژاپن) و برحسب گرم در صد گرم تعیین شد (استاندارد ملی ایران، شماره ۲۶۸۵، ۱۳۸۶).

۲-۶- اندازه‌گیری وزن مخصوص

اندازه‌گیری وزن مخصوص هر یک از آب‌میوه‌های غنی شده با استفاده از پیکنومتر ۵۰ سی‌سی تمیز و خشک در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شد (استاندارد ملی ایران، شماره ۲۶۸۵، ۱۳۸۶).

۲-۷- اندازه‌گیری اسیدیته^۱

اسیدیته کل به روش پتانسیومتری تعیین شد. ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر تازه جوشیده و سرد را به ارلن مایر ۵۰۰ میلی‌لیتری منتقل کرده و سپس ۲۰ گرم آب‌میوه به همراه چند قطره معرف فنل فتالین اضافه شد. ارلن روی همزن مغناطیسی (مدل RCT

۲-۲- آماده‌سازی سبوس گندم تخمیری

به منظور کاهش آلودگی اولیه سبوس‌ها مطابق روش حسن و همکاران (۲۰۰۸) نمونه‌های سبوس داخل هود لامینار و تحت اشعه UV قرار گرفت [۱۳]. مخمر خشک نانوائی (برند Saf-Levure تولید شرکت S.I.Lesaffre کشور فرانسه) در آب دیونیزه با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد حل شد و به نسبت ۱/۵ به آب به سبوس کاملاً مخلوط گردید و جهت انجام عمل تخمیر به مدت ۴ ساعت در انکوباتور (مدل UN55 ساخت شرکت ممرت کشور آلمان) با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از گرمخانه‌گذاری؛ سبوس به صورت لایه‌ای نازک بر روی سینی قرار گرفت و سپس در آن مدل باین در با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت ۰/۵ ± ۴/۵ نگهداری شد.

۲-۳- آماده‌سازی سبوس اکستروود شده

اکستروود سبوس گندم تحت شرایط بهینه گلی موحد و همکاران (۱۳۹۷) انجام شد [۱۴]. بدین منظور رطوبت خوراک ورودی ۲۰ درصد، سرعت چرخش هلیس ۱۵۰ دور در دقیقه و درجه حرارت پخت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. پس از آماده‌سازی، نمونه با اکستروودر (مدل DS56-III ساخت شرکت JinanSaxin کشور چین) دو واردونه در پایلوت پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد اکستروود گردید. نمونه‌های تولیدی تا رسیدن به رطوبت ۰/۵ ± ۴/۵ درصد در آن با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت نگهداری شدند. پس از خشک‌شدن، نمونه‌های سبوس توسط آسیاب مدل A11، ساخت آلمان، خرد و برای رسیدن به دانه‌بندی یکنواخت با نمونه تجاری فیبر پرتقال، از الک با مش ۷۰ عبور داده شده و برای افزودن به آب میوه مورد استفاده قرار گرفتند.

۲-۴- تهیه فرمولاسیون آب‌میوه (نکتار آناناس)

به منظور تهیه نکتار آناناس، پس از مخلوط کردن کنسالتره آناناس با بریکس ۶۵ (۱۰ درصد وزنی- حجمی) شکر (۵ درصد وزنی- حجمی)، پکتین (۱ درصد وزنی حجمی)،

1. Total titration acidity

۲-۱۰-۱- کدورت آب میوه

برای اندازه‌گیری کدورت آب میوه‌های تهیه شده از دستگاه کدورت سنخ (مدل HI88703-Turbiditymeter شرکت HANNA کشور آمریکا) استفاده و کدورت برحسب واحد NTU گزارش شد.

۲-۱۱-۲- بررسی ویژگی‌های رنگ سنجی

برای اندازه‌گیری تغییرات رنگ آب میوه‌ها در طی دوره ماندگاری، شاخص‌های رنگ L^* ، a^* و b^* با استفاده از رنگ‌سنج (مدل EZ شرکت HunterLab کشور آمریکا) و طبق دستورالعمل دستگاه انجام شد. شاخص‌های a^* قرمزی (مثبت)، سبزی (منفی)، b^* زردی (مثبت)، آبی (منفی) و L^* روشنی (۱۰۰) و تیرگی (صفر) از روی دستگاه خوانده شد [۱۵].

۲-۱۲-۲- ویژگی‌های حسی

برای ارزیابی حسی نمونه‌های آب میوه از روش ارزیابی حسی پنج هیدونیکو ۱۵ نفر از افراد آموزش دیده استفاده شد. برگه‌های امتیازدهی شامل احساس دهانی، رنگ، طعم، بو و پذیرش کلی قرار داده شد که امتیازات برای بالاترین مطلوبیت ۵ و برای پایین‌ترین مطلوبیت ۱ لحاظ شد. به دلیل کثرت نمونه‌ها در فاصله زمانی یک ساعته هر گروه از آب میوه‌ها در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفت و برای اینکه طعم نمونه قبلی در تصمیم‌گیری نمونه جدید اثر نگذارد از ارزیاب‌ها خواسته شد تا در بین آب میوه‌ها، آب میل کنند.

۲-۱۳-۲- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور بررسی اثرات انواع مکمل‌های فیبری بر آب میوه فراسودمند از طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار Minitab استفاده شد. تمامی مراحل انجام شده در این پژوهش در ۳ تکرار انجام و میانگین‌ها به روش دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد مقایسه شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مواد اولیه و

فرآوری شده

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مواد اولیه در جدول ۲ نشان می‌دهد که سیوس اولیه دارای چربی

شرکت IKA ساخت کشور آلمان) قرار داده شد و پروب pH متر داخل ظرف نمونه که با مگنت درحال چرخش است قرار گرفت و با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ صورتی کم‌رنگ (پایداری رنگ ۳۰ ثانیه) و pH عدد ۸/۱ محاسبه شد (استاندارد ملی ایران، شماره ۲۶۸۵، ۱۳۸۶).

۲-۸- اندازه‌گیری خاکستر

برای تعیین درصد خاکستر مربوط به سیوس گندم به روش AACC شماره ۰۱-۰/۸ اندازه‌گیری شد دراین روش نمونه‌های موجود در بسته چینی به مدت ۶-۸ ساعت در کوره الکتریکی (مدل Carbolite ساخت شرکت ELF 11/6B انگلیس) با دمای 500 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا نمونه کاملاً سفید شود و پس از سرد کردن در دسیکاتور با ترازی ۰/۰۰۰۱ (مدل QUINTIX24-1S شرکت aND ژاپن) توزین و سپس درصد خاکستر حاصل محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت.

۲-۹- آزمون اندازه‌گیری قند احیا و کل

برای اندازه‌گیری میزان قند کل از روش لین و آنیون استفاده شد ۲۵ میلی‌لیتر از نمونه آزمون قند قبل از هیدرولیز را به بالن حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل شد و ۱۰ میلی‌لیتر محلول اسیدکلریدریک ۱:۳ به آن اضافه و در حمام آب گرم (مدل WNE شرکت Memert کشور آلمان) ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا قندهایی دوتایی تبدیل به قند ساده شود. پس از سرد شدن نمونه با افزودن چند قطره معرف فنل فتالین با سود خنثی و سپس با آب مقطر به حجم رسانده شد. محلول فوق به بورت منتقل شد. سپس در یک ارلن فهلینگ A و B به همراه معرف متیلن بلو و میزان ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر بر روی همزن مغناطیسی دارای دما قرار داده و به نمونه در حال جوشیدن و همزدن از محلول داخل بورت قطره‌قطره تا رسیدن به رنگ قرمز آجری اضافه شد و مقدار قند کل با استفاده از فرمول زیر برحسب گرم در ۱۰۰ گرم محاسبه شد (استاندارد ملی ایران، شماره ۲۶۸۵، ۱۳۸۶).

$$N = F \times 100 \times 100 \times 100 / V \times 25 \times 25$$

F= فاکتور فهلینگ

V = حجم مصرفی محلول برحسب میلی‌لیتر

N = قند کل (قند پس از هیدرولیز) برحسب گرم در ۱۰۰ گرم

تخمیر مقدار درصد اسید فیتیک کاهش یافته است. احتمالاً دلیل این امر شکستن ترکیبات فیتات تحت تأثیر عواملی مانند افزایش بار میکروبی و فعالیت آنزیم فیتازی و همچنین کاهش pH می‌باشد [۱۸]. در این خصوص حسنو همکاران (۲۰۰۸) با انجام عمل تخمیر روی سه مش ریز، متوسط و درشت سبوس گندم نشان داد عمل تخمیر باعث کاهش معنی‌دار اسید فیتیک گردید [۱۳] که با نتایج وی مطابقت دارد. نتایج همچنین نشان داد تخمیر باعث افزایش مقادیر درصد فیبر کل می‌گردد. علت این امر می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت آنزیمی مخمر و وجود ترکیبات پلی‌ساکاریدی غیر قابل حل مانند سلولز و لیگنین در لایه‌های بیرونی سبوس باشد [۱۹].

بیشتری نسبت به نوع اکستروژن شده و تخمیری خود داشته است. بر اساس یافته‌های حسن و همکاران (۲۰۰۸) میزان چربی سبوس تخمیر شده در سه اندازه درشت، متوسط و ریز نسبت به سبوس خام با همین اندازه کاهش داشته است [۱۳]. ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی عملکرد اکستروژن بر روی سبوس جو کاهش میزان چربی سبوس خام از ۳ درصد به ۲/۸ درصد را بیان نمودند [۱۶]. سبوس تخمیری بیشترین مقدار پروتئین را به خود اختصاص داده است که احتمالاً دلیل این امر افزایش بار میکروبی و افزایش فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک مخمر بوده که باعث آزاد سازی پروتئین، آمینو اسیدها، پپتیدها و خارج کردن آن‌ها از حالت بلوکه و کمپلکس شده است [۱۷]. همچنین نتایج گویای این حقیقت می‌باشد که در طی عمل

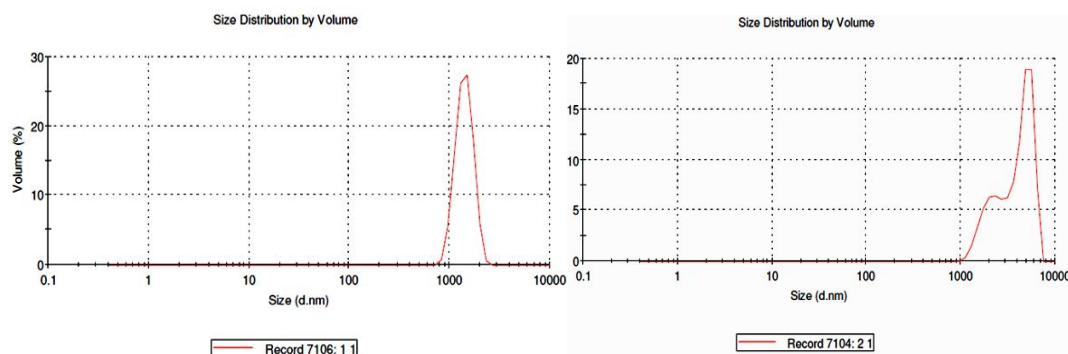


Fig 1 Variance graph of extruded weed bran particles by active spectrophotometry

در فرآیند اکستروژن، مواد اکستروژن شده تحت دما، فشار و نیروهای برشی زیاد قرار گرفته و رطوبت داخلی مواد به سرعت در اکستروژن تبخیر شده و بنا بر این ساختار فضایی بین مولکولی و داخل مولکولی دچار تغییرات شده و ابعاد ذرات کاهش می‌یابد. با توجه به شرایط دمایی بالا و شرایط برشی در محدوده رطوبت کم، اکستروژن بر روی مقادیر فیبر نامحلول و محلول، پروتئین، ویتامین‌ها و سایر مواد مغذی تأثیر مثبت و منفیمی‌گذار دارد [۸]. فرآیند پخت با اکستروژن تأثیر مثبتی بر فیبرهای رژیمی کل و محلول دارد؛ این اثر مثبت به دلیل اختلال در پیوندهای کووالانسی و غیرکووالانسی در قسمت اتصالات کربوهیدرات و پروتئین منجر به قطعات کوچک‌تر و انحلال مولکولی بیشتر ایجاد می‌شود [۲۰].

بر پایه نتایج توزیع اندازه ذرات با طیف‌سنجی نور فعال (DLS)، پراکنش اندازه ذرات سبوس گندم اکستروژن شده به دست آمده در محدوده ۵۰۰۰-۹۰۰ نانومتر (معادل ۵-۰/۹ میکرومتر) و به‌طور میانگین ۱/۷۱ میکرومتر بوده است. (شکل ۱) نشان‌دهنده یک پیک حداکثر در اندازه ذرات سبوس به‌دست آمده می‌باشد. پراکنش اندازه ذرات سبوس گندم تخمیری به‌دست آمده در محدوده ۱۰۰۰-۱۰۰۰۰ نانومتر (معادل ۱-۱۰ میکرومتر) و به‌طور میانگین ۲/۴۷ میکرومتر بوده است. ابعاد ذرات سبوس تخمیری در مقایسه با سبوس اکستروژن شده درشت‌تر می‌باشد. فرآیند تخمیری در مقایسه با فرآیند اکستروژن قادر نیست ابعاد ذرات را دچار تغییرات (کاهش ابعاد) نماید. فرآیند اکستروژن از طریق فشار و درجه حرارت زیاد باعث کاهش ابعاد سبوس گندم شده است. لیکن پس از اعمال تیمار اکستروژن اندازه ذرات کوچک‌تر شدند.

Table 3 Physicochemical properties of raw materials

Orange fiber	Fermented wheat bran	Extruded wheat bran	Raw wheat bran	properties
1.05 e	b2/83	bc2.87	a3.14	Fat (g/100g)
8.15f	a16.54	b14.7	b14.84	Protein (g/100g)
0.2de	bc1.27	bc1.82	a3.5	Phytic acid (g/kg)
54.9a	cd50.01	d49.41	d48.92	Total fiber (%)
7.91a	b5.62	4.89bc	cd3.25	Solouable fiber (%)
45.63a	43.50ab	44.00a	44.93a	Non solouable fiber (%)
10a	c6.3	cd6	a9.35	Moisture content (%)
1.05d	ab2.47	cd1.71	a3.01	Particle size (µm)

این امر را می‌توان به نابودی بیشتر اسید فیتیک به وسیله آنزیم فیتاز در طول تخمیر و دفسفریله شدن اسید فیتیک و به دنبال آن آزاد شدن عناصری از جمله آهن، کلسیم، روی، منیزیم و پتاسیم می‌باشد [۲۱].

نتایج حضور ریز مغذی‌ها نشان داد که انواع مکمل‌های فیبری در این تحقیق دارای مقدار قابل توجهی عناصر معدنی از جمله آهن، روی و کلسیم هستند (جدول ۳). به طوری که فیبر پرتقال دارای بیشترین آهن و کلسیم بود. همچنین مقدار عناصر معدنی در روش تخمیری نسبت به اکستروود افزایش یافته است. علت

Table 4 Micronutrient values in different treatments

minerals			Levels (%)	Fiber supplement type
(Ca)	(Zn)	(Fe)		
(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)		
16.36a	1.47a	4.97d	0.5	Extruded wheat bran
9.38f	1.23b	5.98cd	0.7	
17.51a	1.8a	8.64a	1	
16.9d	1.19b	7.14c	0.5	Fermented wheat bran
22.7a	1.78a	8.03bc	0.7	
23.86a	1.74a	10.07a	1	
22.21de	1.42c	5.02f	0.5	Commercial orange fiber
19.87f	1.56c	9.2cd	0.7	
28.83a	4.8a	10.73a	1	

گرم در ۱۰۰ گرم بیان شده، بالاتر بوده و مطابق استاندارد است. به نظر می‌رسد در طی فرآیند اکستروژن به دلیل اعمال نیروی برشی، زنجیره بلند پلی‌ساکاریدی و فیبری به زنجیر کوچک باقابلیت انحلال زیاد تبدیل شده و سهم مواد فراکسیون طی اکستروژن در نمونه سبوس افزایش یافته و از این طریق بریکس افزایش یافته است [۸]. امیری و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثر سبوس برنج بر ماده خشک نوشیدنی کیوی گزارش نمودند که در نمونه حاوی ۱٪ سبوس برنج ماده خشک افزایش می‌یابد [۲۲]. در تحقیق دیگری مارتین دینا و همکاران (۲۰۰۹) میزان بریکس ابتدایی در تیمارهای آب پرتقال و آب پرتقال حاوی کیتوزان را به ترتیب ۱۲ و ۱۳/۲ گزارش نمودند [۲۳]. پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها هر یک ۱۶ درصد ماده

۳-۲- اثر انواع مکمل‌های فیبری بر درجه

بریکس

درجه بریکس نشان‌دهنده درصد وزن مواد جامد موجود در یک محلول به وزن کل محلول می‌باشد. هدف از آنالیز بریکس در طول ماندگاری بررسی تغییرات بریکس ناشی از هیدرولیز مکمل‌های فیبری استفاده شده بود. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر مکمل فیبری و درصد آن بر بریکس آب‌میوه معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). اما اثر زمان‌ماندگاری بر این شاخص معنی‌دار نبود. طبق نتایج به‌دست‌آمده، نوشیدنی آناناس با فیبر سبوس گندم اکستروود شده و سبوس تخمیری به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان بریکس بودند (شکل ۲). میزان ماده جامد محلول در آب تمام نمونه‌ها از حداقل مجاز استاندارد که ۱۰

نشان داد که با افزایش درصد عصاره سبوس در نوشیدنی پرتقال فراسودمند، درصد ماده خشک و خاکستر نمونه‌ها افزایش می‌یابد [۲۴].

خشک کل سبوس را تشکیل می‌دهد. به نظر می‌رسد به دلیل بالا بودن میزان ماده خشک سبوس گندم، میزان بریکس (یا ماده خشک) آبمیوه حاوی سبوس نیز بیشتر از آبمیوه حاوی فیبر پرتقال شده است. نتایج تحقیقات رئیسی و همکاران (۱۳۹۱)

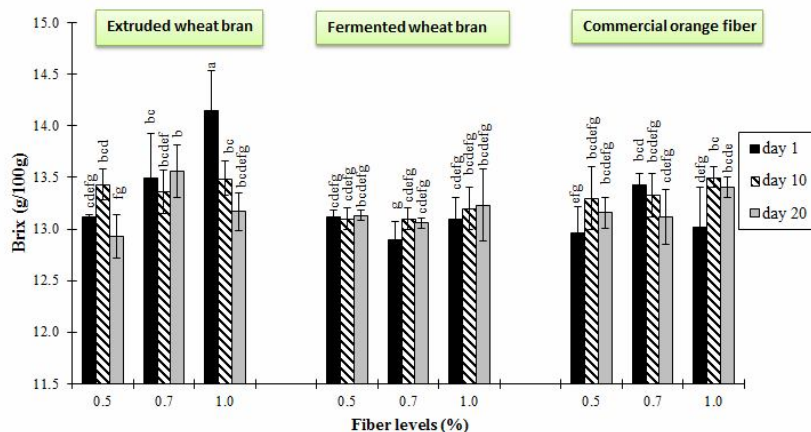


Fig 2 The effect of adding fiber supplements on the dry matter of juice

به اعداد ذکر شده در نمودار به نظر می‌رسد به علت بهبود توزیع آب و توزیع گاز در اثر وجود مکمل فیبر پرتقال تجاری نسبت به نمونه‌های اکستروژنه و تخمیری، تعداد حباب‌های گاز موجود در آب میوه افزایش یافته و به همین دلیل حجم محصول نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه باعث افزایش وزن مخصوص می‌شود. همچنین افزایش وزن مخصوص در تیمار فیبر پرتقال تجاری نسبت به نمونه‌های اکستروژنه و تخمیری می‌تواند به دلیل میزان قابل توجه پکتین در فیبر پرتقال (۱۶ درصد) باشد [۲۵]. امیری و همکاران (۱۳۹۳) گزارش نمودند که با افزایش سبوس برنج به نوشیدنی کیوی وزن مخصوص افزایش می‌یابد [۲۱].

۳-۳- اثر افزودن انواع مکمل‌های فیبری بر وزن مخصوص

هدف از آنالیز وزن مخصوص در طول ماندگاری، بررسی تغییرات آن در اثر آزاد سازی عناصر و انحلال جزئی فیبرهای محلول بود. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر مکمل فیبری، درصد مکمل فیبری و زمان ماندگاری بر وزن مخصوص آب‌میوه معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). طبق نتایج به دست آمده، نوشیدنی آناناس با فیبر پرتقال تجاری و سبوس تخمیری به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن مخصوص بودند (شکل ۳). وزن مخصوص تمام نمونه‌ها از حداقل مجاز استاندارد که ۱/۰۳۵ بیان شده، بالاتر بوده و مطابق استاندارد است. با توجه

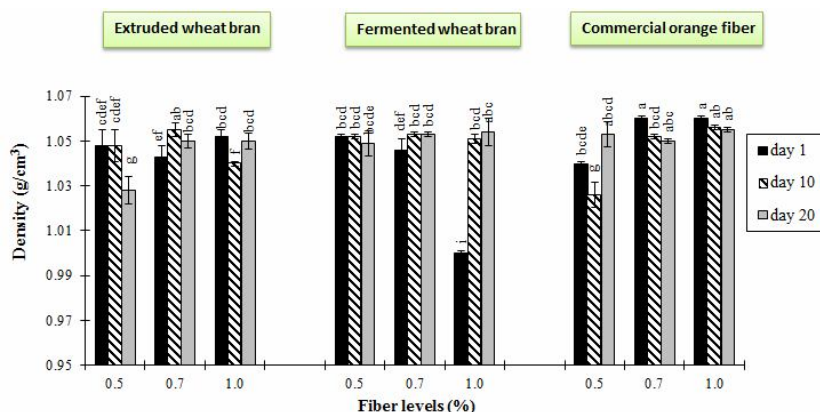


Fig 3 The effect of adding fiber supplements on density of juice

۳-۴- اثر انواع مکمل‌های فیبری بر اسیدیته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مکمل فیبری و درصد مکمل فیبری بر اسیدیته آب میوه آناناس فراسودمند معنی‌دار نبود ($P \geq 0.05$). عدم تغییرات معنی‌دار اسیدیته قابل تیتراژ نشان می‌دهد که واکنش‌های شیمیایی احتمالی انجام شده در سیستم سبب تغییرات معنی‌دار اسیدیته قابل تیتراژ نشده است [۵].

۳-۵- اثر انواع مکمل‌های فیبری بر مقدار

خاکستر

بررسی نتایج نشان داد که اثر مکمل فیبری، درصد مکمل فیبری و زمان ماندگاری بر مقدار خاکستر آب میوه آناناس فراسودمند معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). بررسی خاکستر نمونه‌های تهیه شده نیز بیانگر این است که با افزودن سبوس گندم در فرمولاسیون درصد خاکستر آن افزایش یافته است و نوشیدنی حاصل از نظر محتوای مواد معدنی و ویتامین‌های آن غنی شده است. به طوری که سبوس گندم تخمیری نسبت به سبوس گندم اکستروود شده دارای درصد خاکستری بیشتری بود (جدول ۴).

Table 4 The effect of fiber supplements on juice ash

Ash (%)	Fiber levels (%)	Fiber supplement type
0.22±0.017 ^{bc}	0.5	Extruded wheat bran
0.23±0.01 ^{abc}	0.7	
0.24±0.01 ^{ab}	1	
0.25±0.017 ^a	0.5	Fermented wheat bran
0.23±0.03 ^{abc}	0.7	
0.21±0.005 ^c	1	
0.23±0.015 ^{abc}	0.5	Commercial orange fiber
0.22±0.025 ^d	0.7	
0.23±0.011 ^{ab}	1	

ممکن است دلیل این امر خروج ترکیبات آلی، آزاد سازی مواد معدنی در اثر فرآیند تخمیر باشد [۲۷]. این نتایج به نتایج به دست آمده توسط کادا و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت داشت [۱۷]. وین شان داد با انجام عمل تخمیر مقادیر درصد خاکستر افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه اندازه ذرات سبوس گندم در روش تخمیری بزرگ‌تر از سبوس اکستروود شده بود، می‌توان نتیجه گرفت دلیل این امر احتمالاً به خاطر وجود مقادیر درصد خاکستر بیشتر در لایه‌های بیرونی تر سبوس باشد، که با کاهش اندازه ذرات سبوس، به لایه آندوسپرم نزدیکتر شده و از لایه‌های بیرونی تر فاصله می‌گیرند. در نتیجه از مقدار خاکستر آن‌ها کاسته می‌گردد [۲۸].

۳-۶- اثر انواع مکمل‌های فیبری بر قند احیا و

قند کل

بررسی نتایج نشان داد که اثر مکمل فیبری، درصد مکمل

فیبری و زمان ماندگاری بر مقدار قند احیا و قند کل آب میوه آناناس فراسودمند معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). نتایج به طور کلی بیانگر کاهش قند احیا و قند کل نمونه‌ها در طول ماندگاری بود (جدول ۵). در نتایج منتشر شده توسط زنوکا و همکاران (۲۰۰۹) مقدار فروکتوالیگوساکاریدها از روز اول نگهداری تا روز آخر به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P \leq 0.05$). به نظر می‌رسد با افزایش زمان ماندگاری، بخشی از قندهای موجود در آب میوه هیدرولیز شده یا با سایر ترکیبات وارد واکنش‌های شیمیایی می‌شود [۵]. پاکت و همکاران (۲۰۱۴b) در مطالعه مشابهی به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان نگهداری، میزان قندهای موجود در آب میوه سیب غنی شده با فیبر رژیمی کاهش می‌یابد. این نتایج مطابق با برخی مطالعات است که نشان می‌دهد ماهیت فیبر برای توسعه غنی‌سازی محصولات غذایی با فیبر رژیمی موجب کاهش قند می‌شود [۵ و ۲۹].

Table 5 The effect of fiber supplements on reducing sugar content and total sugar content

(Total sugars)	(Reducing sugars)	Storage time	Levels	fiber type
11.6±0.035a	3.48±0.08a	(day 1)	0.5	Extruded wheat bran
9.46±0.15c	2.59±0.09b	(day10)	0.5	
9.43±0.15c	2.92±0.05a	(day20)	0.5	
10.5±0.37a	3.6±0.27a	(day 1)	0.7	
8.33±0.3c	2.26±0.05b	(day10)	0.7	
9.16±0.04bc	2.57±0.11ab	(day20)	0.7	
12.2±0.26a	3.33±0.01a	(day 1)	1	Fermented wheat bran
10.43±0.15b	2.72±0.01ab	(day10)	1	
8.6±0.24d	2.52±0.07b	(day20)	1	
11.4±0.07a	3.45±0.25a	(day 1)	0.5	
10.06±0.12ab	2.76±0.05b	(day10)	0.5	
9.62±0.5b	2.77±0.06b	(day20)	0.5	
10.43±0.23a	3.23±0.11a	(day 1)	0.7	Commercial orange fiber
9.16±0.15ab	2.63±0.01b	(day10)	0.7	
9.36±0.11a	3.67±0.06a	(day20)	0.7	
10.6±0.54a	3.44±0.01a	(day 1)	1	
9.43±0.2a	2.78±0.07ab	(day10)	1	
9.16±0.04a	2.58±0.15b	(day20)	1	
10.8±0.46a	3.3±0.1a	(day 1)	0.5	Commercial orange fiber
7.95±0.086c	2.33±0.11b	(day10)	0.5	
9.6±0.05a	3.14±0.06a	(day20)	0.5	
11.51±0.02a	3.55±0.01a	(day 1)	0.7	
9.75±0.13b	2.72±0.023b	(day10)	0.7	
10.02±0.02ab	2.83±0.02b	(day20)	0.7	
11.09±0.07a	3.25±0.05a	(day 1)	1	Commercial orange fiber
7.72±0.12c	2.42±0.02ab	(day10)	1	
10.06±0.2a	2.29±0.01b	(day20)	1	

Different lower case superscripts in the column indicate significant difference ($P < 0.01$)

کدر شدن آب میوه شده است ($P \leq 0.05$). به طوری که استفاده از فیبر پرتقال بیشترین کدورت را نسبت به آب میوه‌های حاوی سیوس گندم اکستروژده شده و تخمیری نشان داد (شکل ۴). علت بیشتر بودن کدورت آب میوه آناناس حاوی فیبر پرتقال را

۳-۷- اثر انواع مکمل‌های فیبری بر کدورت

بررسی ویژگی‌های تیمارها در این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از انواع مکمل‌های فیبری در فرمولاسیون داشتن مقدار زیادی فیبر و پکتین سبب انکسار نور و در نتیجه تیره و

مقبولیت مصرف کنندگان بیفزاید؛ اما در صورت استفاده از سبوس گندم در فرمولاسیون نوشیدنی‌های شفاف، شفاف‌سازی و کاهش کدورت گندم باید مورد توجه قرار بگیرد. در مطالعه‌ای ژانگ و همکاران (۲۰۱۱b) دریافتند که با افزایش میزان پکتین کدورت آب کیوی افزایش می‌یابد. نتایج این بخش با نتایج به دست آمده توسط محققان فوق مطابقت داشت [۳۰]. پاکت و همکاران (۲۰۱۴a) همچنین دریافتند با افزایش زمان نگهداری کدورت و ویسکوزیته نوشیدنی غنی شده با فیبرهای رژیمی افزایش یافت. آنان علت این امر را واکنش‌های مولکولی مرتبط با شرایط نگهداری (دما و زمان) ذکر کردند. یافته‌های این بخش از تحقیق با نتایج به دست آمده توسط محققان فوق مطابقت داشت [۳۱].

می‌توان به مقدار فیبر نامحلول زیاد (۳۴/۹ درصد) این ماده نسبت داد. در خصوص بیشتر بودن کدورت آب میوه‌های حاوی سبوس گندم اکستروژده نسبت به تخمیری می‌توان این گونه بیان کرد که ترکیب فشار و درجه حرارت باعث تغییر رنگ سبوس گندم پس از فراوری و در نتیجه تیره شدن آب میوه شده است. علت کدورت نمونه‌ها را می‌توان به وجود عوامل کدورت‌زا مانند پکتین، سلولز و پروتئین در سبوس گندم نسبت داد [۷]. به طور کلی افزایش کدورت در نوشیدنی را می‌توان به ایجاد کمپلکس پروتئین- پروتئین یا کمپلکس بین قندهای حاصل از هیدرولیز حرارتی فیبرهای موجود در سبوس گندم نیز نسبت داد. با توجه به کدورت سبوس گندم، استفاده از آن در فرمولاسیون نوشیدنی‌های کدر می‌تواند بر میزان

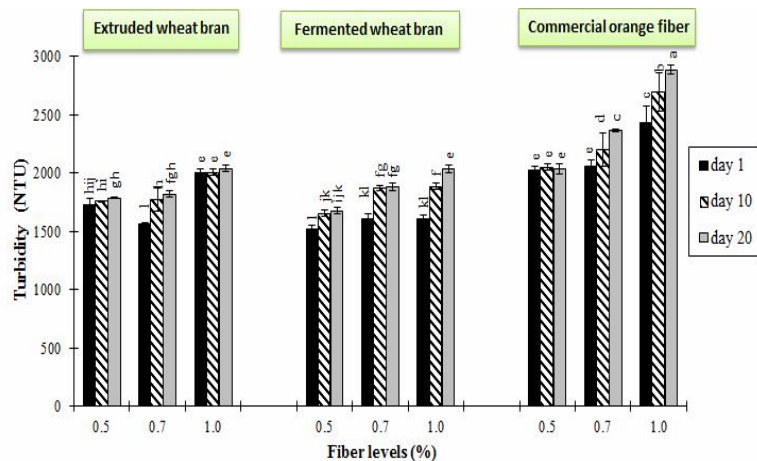


Fig 4 The effect of fiber supplements on turbidity of juice

گندم موجب کاهش طیف رنگی زرد (پارامتر b^* مثبت) و طیف رنگی قرمز (پارامتر a^* مثبت) محصول شد (جدول ۵). این امر می‌تواند به حضور پیگمان‌های تیره زیاد در سبوس مربوط باشد و این امر در سبوس گندم با ابعاد درشت‌تر (تخمیری) مشهودتر بود. وجود آمینو اسیدها و قندهای احیاکننده فراوان در سبوس عوامل اصلی برای انجام این واکنش‌ها و ایجاد رنگ تیره‌ای می‌باشند. بنابراین مقدار سبوس می‌تواند مقدار این عوامل را بالا ببرد و در نتیجه رنگ تیره آب میوه را افزایش دهد.

۳-۸- بررسی ویژگی‌های رنگ سنجی

در بین خصوصیات فیزیکی مواد غذایی، رنگ به عنوان مهم‌ترین ویژگی ظاهری در درک کیفیت شناخته شده است [۵]. مشتری تمایل دارد که رنگ را با طعم، ایمنی، ماندگاری، کیفیت و خصوصیات تغذیه‌ای محصولات غذایی مرتبط سازد [۱۵]. با توجه به نتایج مندرج در جدول ۷، تفاوت میزان مؤلفه L^* بین نمونه‌های حاوی انواع مکمل فیبری با درصدهای مختلف معنی‌داری است ($P \leq 0/05$). به علاوه نتایج آنالیز واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار افزودن مکمل فیبری بر مؤلفه a^* و b^* نمونه‌ها بود ($P \leq 0/05$). به طوری که افزایش فیبر سبوس

Table 6 The effect of fiber supplements on color indexes

b*	a*	L*	Storage time	Fiber levels	fiber type
9.6±0.36 ^{ab}	1.7±0.017 ^{cd}	15.2±0.23 ^{kl}	(day 1)	0.5	
7.1±0.075 ^{fg}	0.91±0.023 ^{cd}	17.8±0.005 ^{de}	(day10)	0.5	
6.36±0.72 ^{hi}	0.51±0.05 ^{ef}	19.26±1.11 ^{bc}	(day20)	0.5	
8.25±1.2 ^{bc}	1.26±0.17 ^{bc}	16.6±1.52 ^{hi}	(day 1)	0.7	Extruded wheat bran
7.37±0.08 ^{ef}	0.91±0.01 ^{cd}	17.4±0.005 ^{ef}	(day10)	0.7	
6.95±0.36 ^{fg}	0.71±0.19 ^{de}	18±0.19 ^{cd}	(day20)	0.7	
8.9±0.08 ^{ab}	0.94±0.066 ^b	15.57±0.01 ^{jk}	(day 1)	1	
8.78±0.17 ^{ab}	0.94±0.06 ^{cd}	15.52±0.078 ^{jk}	(day10)	1	
7.71±2.04 ^{de}	1.64±1.29 ^{bc}	18.82±1.04 ^{bc}	(day20)	1	
8.23±0.098 ^{bc}	1.21±0.07 ^{bc}	16.33±0.005 ^{ij}	(day 1)	0.5	
6.9±0.04 ^{fg}	0.84±0.13 ^{cd}	18.28±0.075 ^{bc}	(day10)	0.5	
5.96±2.25 ^{ij}	0.72±0.26 ^{de}	17.73±1.48 ^{de}	(day20)	0.5	
9.31±0.24 ^{ab}	1.06±0.1 ^{cd}	15.22±0.28 ^{kl}	(day 1)	0.7	Fermented wheat bran
6.49±0.83 ^{gh}	0.64±0.094 ^{ef}	18.47±1.25 ^{bc}	(day10)	0.7	
5.86±0.09 ^{jk}	0.49±0.02 ^f	19.33±0.011 ^b	(day20)	0.7	
9.97±1.34 ^a	1.37±0.055 ^{bcde}	14.92±1.21 ^l	(day 1)	1	
8.95±0.011 ^{abcd}	0.76±0.001 ^{def}	18.65±0.017 ^{bcde}	(day10)	1	
7.55±0.53 ^{defgh}	0.64±0.17 ^{ef}	17.03±0.88 ^{ghi}	(day20)	1	
9.73±0.02 ^a	0.85±0.005 ^{cd}	14.95±0.05 ^a	(day 1)	0.5	
8.77±0.02 ^{ab}	2.56±0.011 ^a	18.65±0.06 ^{bc}	(day10)	0.5	
5.53±0.005 ^k	1.07±0.08 ^{cd}	22.1±0.02 ^a	(day20)	0.5	
10.06±0.017 ^b	1.31±0.1 ^{ef}	14.92±0.16 ^a	(day 1)	0.7	Commercial orange fiber
7.3±0.017 ^{ef}	0.96±0.09 ^{cd}	17.14±0.02 ^{fg}	(day10)	0.7	
7.97±0.4 ^{cd}	1.98±1.09 ^{ab}	18.37±0.79 ^{bcdef}	(day20)	0.7	
9.75±1.24 ^a	2.69±1.39 ^a	17.68±0.49 ^{defgh}	(day 1)	1	
8.68±0.19 ^{abcde}	2.69±0.026 ^a	18.93±0.34 ^{bcd}	(day10)	1	
6.05±0.023 ^{ijk}	1.55±0.075 ^{bcd}	21.05±0.17 ^a	(day20)	1	

Different lower case superscripts in the column indicate significant difference (P<0.01)

۳-۹- ویژگی های حسی

یکی از مهم ترین پارامترهای مورد بررسی در محصولات غذایی مختلف پارامترهای حسی می باشد و کسب رضایت در بین مصرف کنندگان شرط کسب بیش ترین امتیاز است. در این پژوهش نمونه های مختلف از نقطه نظر پارامترهای بو، رنگ و غلظت مورد ارزیابی قرار گرفتند. همان طور که در شکل ۵ مشخص است فیبر حاصل از فرآیند اکستروود امتیاز پذیرش بیشتری در بین مصرف کنندگان کسب نمود. هماهنگ با نتایج ارزیابی پارامترهای رنگ، نتایج ارزیابی رنگ توسط مصرف کنندگان نیز نشان از مقبولیت رنگ بیشتر نمونه آب میوه آناناس

حاوی فیبر سبوس گندم اکستروود شده در بین مصرف کنندگان داشت. چالش های زیادی برای غلبه بر تقویت یک آب میوه با فیبر غذایی وجود دارد. هدف اضافه کردن فیبر به آب میوه ها معمولاً برای بهبود محصول است. چالش اضافه کردن فیبر به سیستم های مبتنی بر آب میوه متشکل از ماهیت فرمولاسیون آن است. به طور کلی، نوشیدنی های غیر لبنی معمولاً ویسکوزیته بسیار کم و دارای pH پایین هستند. علاوه بر ماتریس نوشیدنی، افزودن فیبر می تواند تأثیر مستقیمی بر احساس دهانی، بافت و طعم محصول داشته باشد. بنابراین نوعی از مواد غذایی که برای آب میوه ها مورد استفاده قرار می گیرند باید با

دسترس باشد [۳۲]. نتایج به دست آمده این تحقیق در خصوص ویژگی‌های حسی با نتایج به دست آمده توسط رنوکا و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت [۵].

دقت بررسی شوند تا اطمینان حاصل شود که خواص مورد نظر و طعم مورد نظر به دست می‌آید یا حفظ می‌شود. منبع فیبر باید به لحاظ علمی مناسب در بازار جغرافیایی هدف در

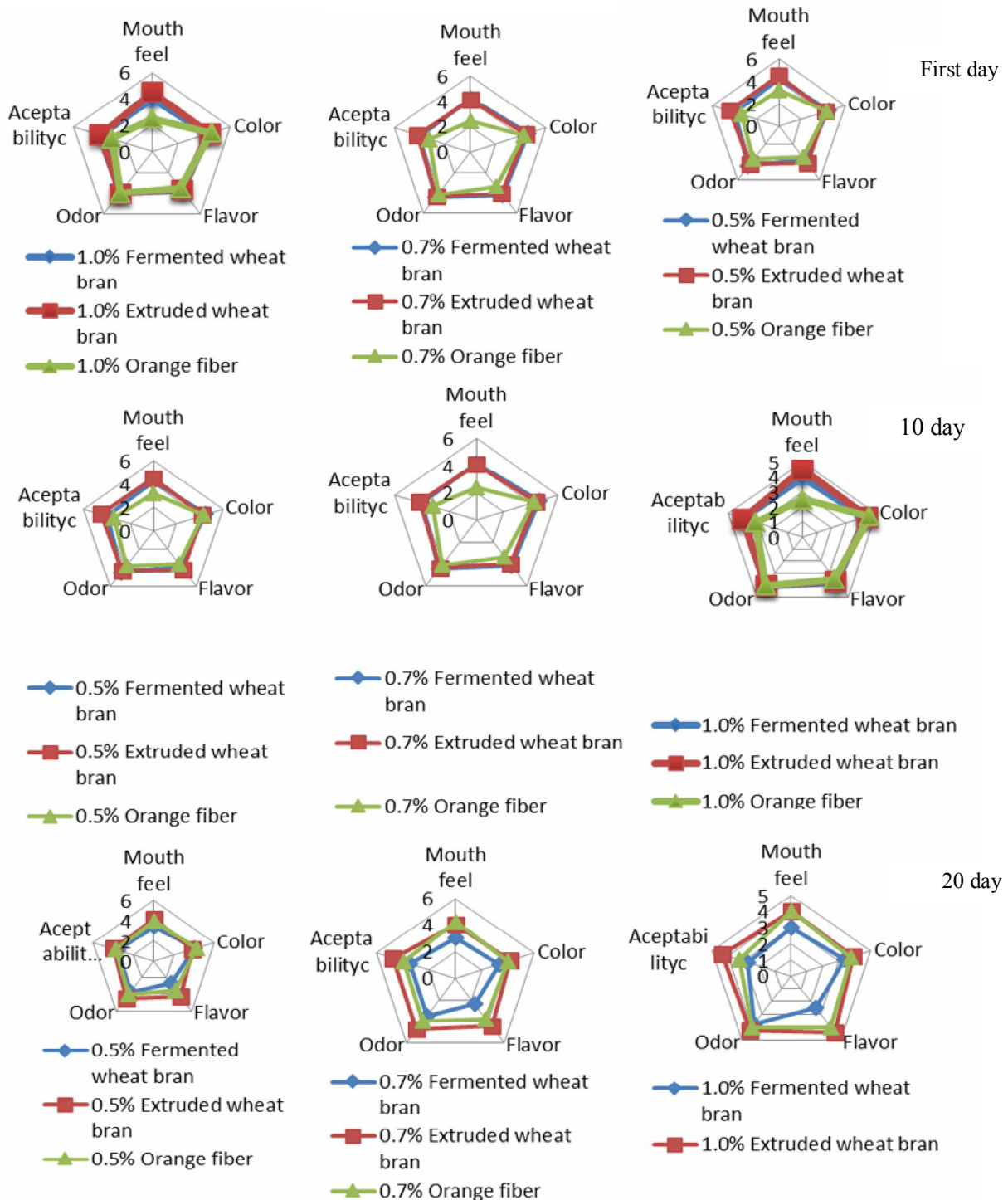


Fig 5 The effect of fiber supplements on organoleptic properties of juice

Sciences & Food Technology, 12(4), 53-64.
[In Persian]

- [5] Renuka, B., Kulkarni, S.G., Vijayanand, P., Prapulla, S.G. 2009. Fructooligosaccharide fortification of selected fruit juice beverages: effect on the quality characteristics. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 42, 1031-1033.
- [6] Hemery, Y.M., Mabile, F., Martelli, M.R., and Rouau, X. 2010. Influence of water content and negative temperatures on the mechanical properties of wheat bran and its constitutive layers. *Journal of food engineering*, 98, 360-369.
- [7] Raman, M., and Doble, M. 2015. Physicochemical characterization of wheat bran and *Kappaphycus alvarezii* dietary fibres and their ability to bind mutagens, PhIP, Trp-P-2, AαC and BαP. *LWT - Food Science and Technology*, 63(1), 169-176.
- [8] Spotti, M.J., and Campanella, O.H. 2017. Functional modifications by physical treatments of dietary fibers used in food formulations. *Current Opinion in Food Science*, 15, 70-78.
- [9] Zhang, M., Bai, X., Zhang, Z. 2011^a. Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran. *Journal of cereal science*, 54, 98-103.
- [10] Coulibaly, A., Kouakou, B., and Chen, J. 2011. Phytic acid in cereal grains: structure, healthy or harmful ways to reduce phytic acid in cereal grains and their effects on nutritional quality. *Nutrition and fertilization technology*, 1(1), 1-22.
- [11] Kaur, M., and Singh, N. 2007. Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 102(1), 366-374.
- [12] Alqahtania, N.K., Ashton, J., Katopo, L., Haque, E., Jones, O.A.H., Kasapis, S. 2014. Consistency of UHT beverages enriched with insoluble fibre during storage. *Bioactive carbohydrates and dietary fibre*, 4, 84-92.
- [13] Hassan, E.G., Awad Alkareem, A.M., Mustafa, A.M. 2008. Effect of fermentation and particle size of wheat bran on the antinutritional factors and bread quality. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(4), 521-526.
- [14] Goli Movahed, Gh., Millani, E., Jafari, M., 2019. Utilization of extruded wheat bran in Barbary bread: Evaluation of sensory,

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش استفاده از انواع مکمل فیبری (سبوس گندم تخمیری، اکستروود شده و فیبر پرتقال) در فرمولاسیون آب آناناس فراسودمند بررسی شد. بررسی ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی نوشیدنی تولیدی با استفاده از سبوس گندم اکستروود شده، تخمیری و فیبر پرتقال بیانگر این است که افزودن این مکمل‌ها به آب میوه آناناس سبب ایجاد تفاوت معنی‌دار در ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی تیمارهای مربوط به این آب میوه شده است. با افزودن ۰/۵ تا ۱ درصد از انواع مکمل‌های فیبری فوق به نمونه‌های آب آناناس، میزان بریکس، وزن مخصوص، کدورت و مؤلفه‌های رنگ‌سنجی در تمام تیمارها طی ۲۰ روز نگهداری تغییر معنی‌داری را از نظر آماری به لحاظ نوع مکمل فیبری (سبوس گندم تخمیری، اکستروود شده و فیبر پرتقال) نشان دادند ($P \leq 0/05$). درحالی‌که میزان اسیدیته قابل تیتراژ در تمام تیمارها طی این دوره تغییر معنی‌داری را از نظر آماری نشان نداد ($P \geq 0/05$). همچنین ماندگاری محصول به مدت ۲۰ روز بر روی ویژگی‌های آن اثر منفی نداشت. لذا می‌توان از انواع مکمل فیبری (سبوس گندم تخمیری، اکستروود شده و فیبر پرتقال) به میزان ۰/۵ تا ۱ درصد جهت بالابردن ارزش تغذیه‌ای آب میوه آناناس استفاده کرد.

منابع

- [1] Shi, L.H., Balakrishnan, K., Thiagarajah, K., Mohd Ismail, N.I., and Yin, O.S. 2016. Beneficial properties of probiotics. *Tropical life sciences research*, 27(2), 73-90.
- [2] Bhuiyan, M.H.R., Shams-Ud-Din, M., and Islam, M.N. 2012. Development of functional beverage based on taste preference. *Journal of environmental science and natural resources*, 5(1), 83-87.
- [3] Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., and Attia, H. 2010. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing. Characterisation, technological functionality and commercial applications. A review. *Food Chemistry*, 121, 174-185.
- [4] Pirsá, S., Alizadeh, M., and Ghahremannejad, N. 2018. The effect of date concentrate as a substitute for sugar on physicochemical properties of grape-apple juice blend. *Iranian Journal of Nutrition*

- shelf-life. *Innovative food science and emerging technologies*, 10(4), 590-600.
- [24] Raiesi, F., Razavi, H., Hojjatoleslami, M., and Keramat, J. 2013. Production of a functional orange drink using rice-bran extract. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7(4), 45-53. [In Persian]
- [24] Grigelmo-Miguel, N., and MartõÂn-Belloso, O. 1999. Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. *Food Research International*, 31(5), 355-361.
- [25] Kamali Shahri, M; Najafi, M.A. Ata Salehi, I. 2017. The influence of alone and starter culture combinations *Saccharomyces cerevisiae* (PTCC 5052) و *Lactobacillus Plantarum* (PTCC1058), fermentation time and temperature on phytic acid content of Wheat bran. 4(2): 33-41.
- [27] Aivaz, M., and Moshrraf, L. 2013. Influence of different treatments and particle size of wheat bran on its mineral and physicochemical characteristic. *International Journal of Agricultural Science*, 8, 608-619.
- [28] Majzoobi, M., Farahnaky, Z., Nematolahil, M., Mohammadi Hashemil, and Taghipour Ardakani, M.J. 2013. Effect of different levels and particle sizes of wheat bran on the quality of flat bread. *Journal of agriculture, science and technology*, 15, 115-123.
- [29] Paquet, É., Bedard, A., Lemieux, S., and Turgeon, S.L. 2014^b. Effects of apple juice-based beverages enriched with dietary fibres and xanthan gum on the glycemic response and appetite sensations in healthy men. *Bioactive carbohydrates and dietary fiber*, 4, 39-47.
- [30] Zhang, H.N., He, J., Luo, D., Zheng, C.Y., Zhai, G.P., Zhang, S.G. 2011^b. Study on effect on pulp enzyme and pectinase on the juice yield of kiwi fruit in: New technology of agricultural engineering (ICAE), International conference on, IEEE, 2011, pp.1144-1147.
- [31] Paquet, É., Hussain, R., Bazinet, L., Makhlof, J., Lemieux, S., and Turgeon, S.L. 2014^a. Effect of processing treatments and storage conditions on stability of fruit juice based beverages enriched with dietary fibers alone and in mixture with xanthan gum. *LWT - Food Science and Technology*, 55, 131-138.
- [32] Viscione, L. 2013. Fibre- enriched beverages. In: Jan Delcour, Kaisa Poutanen, editors. *Fibre-Rich and Wholegrain Foods* 1st Edition. Sawston, Cambridge: Woodhead publishing, 369-388.
- color and texture properties of bread and rheological properties of dough. (2019) Accepted in *Journal of food science and technology*.
- [15] Sariciban, C., and Tahsin Yilmaz, M. 2010. Modelling the effects of processing factors on the changes on cokorparameters of cooked meatballs using response surface methodology. *Journal of world applied Sciences*, 9, 14-22.
- [16] Zhang, M; Bai, X; Zhang, Z. 2011. Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran. *Journal of Cereal Science*, 54, 98-103.
- [17] Coda, R., Karki, I., Nordlund, E., Heinio, R-L., Poutanen. K and Katina, K. 2014. Influence of particle size on bioprocess induced changes on technological functionality of wheat bran. *Food microbiology*, 37, 69-77.
- [18] Servi, S., Ozkaya, H., and Colakoglu, A.S. 2008. Dephytinization of wheat bran by fermentation with bakers' yeast, incubation with barley malt flour and autoclaving at different pH levels. *Journal cereal science*, 48, 471-476.
- [19] Katina, K., Juvonen, R., Laitila, A., Flander, L., Nordlund, E., Kariluoto, S., Piironen, V and Poutanen K. 2012. Fermented wheat bran as a functional ingredient in baking. *Cereal Chemistry*, 89, 126-134.
- [20] Rashid, S., Rakha, A., Anjum, F.M., Ahmad, W., Sohail, W. 2015. Effects of extrusion cooking on the dietary fiber content and Water Solubility Index of weat bran extrudates. *International Journal of Food Science Technology*, 50, 1533-1537.
- [21] Khorasani, M., Salehifar, M., and Mirzaei, M. 2018. Effect of type and amount of processor and type of flour on reducing the amount of phytic acid and qualitative properties in dough and toast bread. *Iranian Journal of Food Science and Nutrition*, 15(2), 63-76. [In Persian]
- [22] Amiri, M., Tavakolipour, H., and Ahmadi Kamazani, N. 2015. Investigating the physicochemical properties of the Kiwi based functional beverages containing rice bran. *Iranian Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 7(3), 35-44. [In Persian]
- [23] Martin-Diana, A., Rico, D., Barat, J.M., and Ryan, C.B. 2009. Orange juices enriched with chitosan: Optimisation for extending the

Evaluation of the effect of different fiber supplements on physicochemical and nutritional properties of pineapple juice

Tavakoli Momtaz, T.¹, Milani, E.^{2*}, Hashemi, M.³

1. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, ACECR Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran
2. Assistant Professor, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran
3. Instructor, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran

(Received: 2018/09/25 Accepted: 2019/08/24)

The positive effect of dietary fiber on human health has been proven totally. Since, the rate of consumption of food product containing dietary fiber is increasing dramatically. Incorporation of fiber sources (i.e. wheat bran) is one of the appropriate solutions to enhancement of nutritional and technological properties. Using bran Along with desirable nutritional qualities is limited due to technological problems in food formulation and further processing is required. The objective of this study was to investigate the effects of two different technique containing Fermentation & Extrusion on wheat bran behavior and compare their effects with commercial sample (orange fiber) in different levels 0.5, 0.7 and 1% on physicochemical properties of beverage during shelf life (20 days). The results showed that adding different levels of fiber supplements and storage time led to a significant increase ($P \leq 0.05$) in specific turbidity, ash, brix and reducing sugar content and total sugar content, as well as brightness (L^*), yellowness (b^*) and redness (a^*). The maximum increasing rate of soluble fraction was reported in fermented sample 5.62 and extruded one 4.89 relatively. The maximum decreasing rate of particle size was shown in extruded bran (1.71 μm). Which was in particle size range of commercial sample (1.05 μm). The maximum level of iron was shown in fermented bran (10.07 mg/kg). The organoleptic properties of beverage treatments also showed that, the maximum score for total acceptance was belong to samples containing 5% fermented bran. Due to the nutritional composition of extruded wheat bran and High efficiency of semi-industrial production in comparison to fermented treatments, its application in order to production of novel functional beverage is recommended.

Keywords: Juice, Extrusion, Wheat bran, Fermentation, Fiber supplement.

* Corresponding Author E-Mail Address: e.milani@jdm.ac.ir