بررسی تأثیر انواع مکمل فیبری اصلاح‌شده 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، تاثیر دو روش فراوری اکستروژن و تخمیر بر ویژگی های سبوس و مقایسه تأثیر افزودن سبوس گندم تخمیری و اکسترود شده با نمونه تجاری فیبر پرتقال در سطوح ۰/۵، ۰/۷ و ۱ درصد بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب میوه در طول دوره نگهداری ۲۰ روز بود. نتایج نشان داد افزودن انواع مکمل فیبری و شرایط نگهداری سبب افزایش معنی‌دار کدورت، خاکستر، بریکس و کاهش قند احیا و کل و همچنین شاخص‌های روشنایی(L*)، زردی (b*) و قرمزی (a*) گردید ($P\leq$۰/۰۵). بیشترین میزان افزایش فراکسیون های فیبری محلول در نمونه تخمیری ۵/۶۲ و نمونه اکسترود ٤/۸۹ مشاهده شد. بیشترین میزان کاهش اندازه ذرات در سبوس اکسترود 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 ویژگی‌های حسی نشان داد؛ بیشترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به نمونه حاوی ۰/۵ درصد سبوس گندم اکسترود بود. با توجه به ترکیبات تغذیه‌ای موجود در سبوس گندم اکسترود شده و راندمان بالای تولید نیمه صنعتی در مقایسه با نمونه تخمیری، استفاده از آن با رویکرد تولید نوشیدنی جدید فراسودمند توصیه می‌گردد.

کلید واژگان: آب‌میوه، اکستروژن، سبوس گندم، تخمیر، مکمل فیبری.

*مسئول مکاتبات: e.milani@jdm.ac.ir

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 [٤]. 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 بـه‌عنـوان یک منبع ارزان قیمت، در تغذیـه انســان مورد توجه قرار گرفته است. این ماده منبع کاملی از ترکیبات غذایی مهم مانند فیبرهای غذایی، مواد معدنی، ویتامین‌هاو اسیدهای فنولی است[٦ و٧]. 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 میزانقابل‌توجهی 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[۵] 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].

القحطانی و همکارانش (۲۰۱٤) تأثیر افزودن فیبر پرتقال، فیبرگندم و فیبر جو دو سر را در نوشیدنی فرآوری شدهبا 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 یشتر 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 تیتر، pH، مواد جامد محلول کل و رنگ طی دوره نگهداری ٦ 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 مصرف کنندگان می‌باشد. در این مطالعه، تأثیر افزودن سطوح مختلف دو نمونه سبوس گندم فرآوری شده در مقایسه با نمونه مکمل فیبری تجاری (فیبر پرتقال) بر ویژگی‌هایآب‌میوه 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- مواداولیه

سبوس گندم از شرکت غله و خدمات بازرگانی منطقه دو، کنسـانتره آناناس از شـرکت جیانت اندونزی تهیهگردید که ویژگی‌های آن در جدول۱ارائه‌شده است. فیبرتجاری پرتقال از شرکت فایبر استار امریکا تهیه شد (جدول ۳). مـواد شـیمیایی 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

۲-۲- آماده‌سازی سبوس گندم تخمیری

به منظور کاهش آلودگی اولیه سبوس‌ها مطابق روش حسن و همکاران (۲۰۰۸) نمونه های سبوس داخل هود لامینار و تحت اشعه UV قرار گرفت[۱۳]. مخمر خشک نانوایی (برند Saf-Levure تولید شرکت S.I.Lesaffreکشور فرانسه) در آب دیونیزه با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد حل شد و به نسبت ۱/۵ به ۱ آب به سبوس کاملاً مخلوط گردید و جهت انجام عمل تخمیر به مدت ٤ ساعت در انکوباتور (مدل UN55 ساخت شرکت ممرت کشور آلمان) با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و پس از گرمخانه گذاری؛ سبوس به صورت لایه‌ای نازک بر روی سینی قرارگرفت و سپس در آون مدل باین در با دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت ۰/۵ ± ٤/۵ نگهداری شد.

۲-۳- آماده‌سازی سبوس اکسترود شده

اکسترود سبوس گندم تحت شرایط بهینه گلی موحد و همکاران (۱۳۹۷) انجام شد [١٤]. بدین منظور رطوبت خوراک ورودی ۲۰درصد، سرعت چرخش هلیس۱۵۰دور در دقیقه و درجه حرارت پخت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. پس از آماده‌سازی، نمونه با اکسترودر (مدل DS56-III ساخت شرکت JinanSaxin کشور چین) دو ماردونه در پایلوت پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد اکسترود گردید. نمونه‌های تولیدی تا رسیدن به رطوبت ۰/۵ ± ٤/۵ درصد در آون با دمای ٤۰ 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 داده‌شده و برای افزودن به آب میوه مورد استفاده قرار گرفتند.

۲-٤- تهیه فرمولاسیون آب‌میوه (نکتار آناناس)

به منظور تهیه نکتار آناناس، پس از مخلوط کردن کنسانتره آناناس با بریکس ٦۵ (۱۰ درصد وزنی- حجمی) شکر(۵ درصد وزنی- حجمی)، پکتین (۱ درصد وزنی حجمی)، اسیدسیتریک (۰/۲درصد وزنی حجمی) اسید اسکوربیک (۰/۰۲ درصد وزنی حجمی) و با آب به نسبت مشخص به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر 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 اکسترود شده و فیبر پرتقال هر یک به‌طور جداگانه به نکتارها اضافه شدند. پس از آماده سازی نکتار آناناس، نمونه‌ها به وسیله سیستم پایلوت شرکت عالیس(مدلHT320 ساخت شرکت OMV کشور هلند) با فشار ۹۰ بار هموژن و با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ثانیه پاستوریزه و کلیه نمونه‌های تهیه‌شده در بطری‌هایپت ۲۷۵ میلی‌لیتری بسته‌بندی شدند. بطری‌های آبمیوه در یخچال و درجه حرارت ٤ درجه سانتی‌گرادبه 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 رفراکتومتر (مدل PLA3 ساخت شرکت ATAGO کشور ژاپن) و برحسب گرم در صد گرم تعیین شد (استاندارد ملی ایران، شماره ۲٦۸۵، ۱۳۸٦).

۲-٦- اندازه‌گیری وزن مخصوص

اندازه‌گیری وزن مخصوص هریک از آب‌میوه‌های غنی‌شده با استفاده از پیکنومتر۵۰ سی‌سی تمیز و خشک در دمای۲۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شد (استاندارد ملی ایران، شماره ۲٦۸۵، ۱۳۸٦).

۲-۷- اندازه‌گیری اسیدیته[1]

اسیدیته کل به روش پتانسیومتری تعیین شد.۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر تازه جوشیده و سرد را به ارلن مایر ۵۰۰ میلی‌لیتری منتقل کرده و سپس۲۰ گرم آب‌میوه به همراه چند قطره معرف فنل فتالئین اضافه شدارلن روی همزن مغناطیسی (مدل RCT

1. Total titration acidity

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 هیدروکسیدسدیم 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 سبوس گندم به روش AACCشماره ۰۱-۰/۸ اندازه‌گیری شد دراین روش نمونه‌های موجود در بوته چینی به مدت ۸-۶ ساعت در کوره‌ی 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 ترازوی ۰/۰۰۰۱ (مدلQUINTIX24-1S شرکت aND ژاپن) توزین و سپس درصد خاکستر حاصل محاسبه و مورد مقایسه قرارگرفت.

۲-۹- آزمون اندازه‌گیری قند احیا وکل

برای اندازه‌گیری میزان قند کل از روش لین و آنیون استفاده شد ۲۵ میلی‌لیتر از نمونه آزمون قند قبل از هیدرولیزرا به بالن حجمی ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل شدو ۱۰ میلی‌لیتر محلول اسیدکلریدریک ۱:۳ به آن اضافه و در حمام آب گرم(مدلWNE شرکتMemert 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 فتالئین با سود خنثی و سپس با آب مقطر به حجم رسانده شد. محلول فوق به بورت منتقل شد. سپس در یک ارلن فهلینگA و B به همراه معرف متیلن بلو و میزان۲۰ 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).

$$N = F\times100\times100\times100/V\times25\times25$$

F= فاکتور فهلینگ

V = حجم مصرفی محلول برحسب میلی‌لیتر

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

۲-۱۰- کدورت آب‌میوه

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

۲-۱۱- بررسی ویژگی‌های رنگ سنجی

برای اندازه‌گیری تغییرات رنگ آب‌میوه‌ها در طی دوره ماندگاری، شاخص‌های رنگ L*، a* وb* 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) وL* روشنی (۱۰۰) و تیرگی (صفر) از روی دستگاه خوانده شد[۱۵].

۲-۱۲- ویژگی‌های حسی

برای ارزیابی حسی نمونه‌های آب‌میوه 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 آب‌میوه‌ها در اختیار ارزیاب‌ها قرارگرفت و برای اینکه طعم نمونه قبلی در تصمیم‌گیری نمونه جدید اثر نگذارد از ارزیاب‌ها خواسته شد تا در بین آب‌میوه‌ها، آب میل کنند.

۲-۱۳- تجزیه و تحلیل آماری

به منظور بررسی اثرات انواع مکمل‌های فیبری بر آب‌میوه فراسودمند از طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار Minitab استفاده شد. تمامی مراحل انجام‌شده 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- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مواد اولیه و فرآوری شده

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

بیشتری نسبت به نوع اکسترودشده و تخمیری خود داشته است.بر اساس یافته های حسن و همکاران (۲۰۰۸) میزان چربی سبوس تخمیرشده 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، آمینواسیدها، پپتیدها و خارج کردن آن‌ها از حالت بلوکه و کمپلکس شده است[۱۷]. همچنین نتایج گویای این حقیقت می‌باشد که در طی عمل 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].

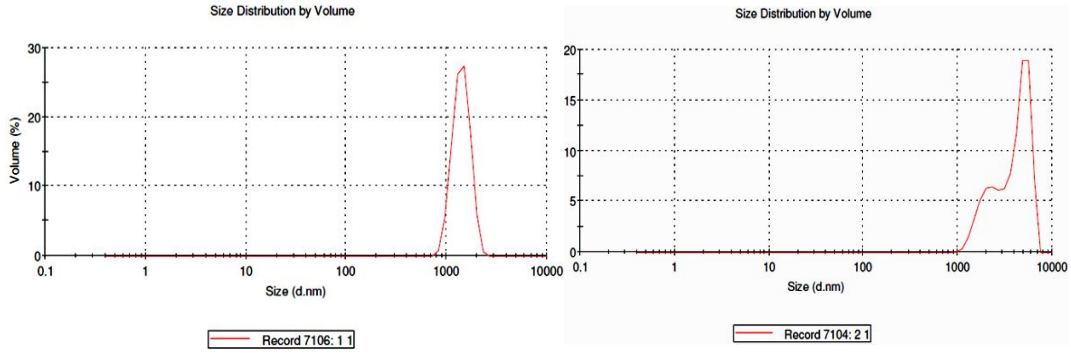

Fig 1 Variance graph of extruded weed bran particles by active spectrophotometery

بر پایه نتایج توزیع اندازه ذرات با طیف‌سنجی نور فعال (DLS)، پراکنش اندازه ذرات سبوس گندم اکسترود 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 به‌دست‌آمده می‌باشد. پراکنش اندازه ذرات سبوس گندم تخمیری به‌دست‌آمده در محدوده ۱۰۰۰۰-۱۰۰۰ نانومتر (معادل ۱۰-۱ میکرومتر) و به‌طور میانگین ۲/۴۷ میکرومتر بوده است. ابعاد ذرات سبوس تخمیری در مقایسه با سبوس اکسترودشده درشت‌تر می‌باشد. فرآیند تخمیری در مقایسه با فرآیند اکسترود قادر نیست ابعاد ذرات را دچار تغییرات (کاهش ابعاد) نماید. فرآیند اکسترود از طریق فشار و درجه حرارت زیاد باعث کاهش ابعاد سبوس گندم شده است. لیکن پس از اعمال تیمار اکسترود اندازه ذرات کوچک‌تر شدند.

در فرآیند اکستروژن، مواد اکسترود شده تحت دما، فشار و نیروهای برشی زیاد قرارگرفته 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 وسایر مواد مغذی تأثیر مثبت و منفیمی‌گذارد[۸]. فرآیند پخت با اکستروژن تأثیر مثبتی بر فیبرهای رژیمی کل و محلول دارد؛ این اثرمثبتبه دلیل اختلال در پیوندهای کووالانسی و غیرکووالانسی در قسمت اتصالات کربوهیدرات و پروتئین منجر به قطعات کوچک‌تر و انحلال مولکولی بیشترایجاد می‌شود[۲۰].

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	Solouble fiber (%)
45.63a	43.50ab	44.00a	44.93a	Non solouble fiber (%)
10a	c6.3	cd6	a9.35	Moisture content (%)
1.05d	ab2.47	cd1.71	a3.01	Particle size (µm)

نتایج حضور ریز مغذی‌ها نشان داد که انواعمکمل‌های فیبری در این تحقیق دارای مقدار قابل توجهی عناصر معدنی از جمله آهن، روی و کلسیم هستند (جدول ۳). به‌طوری‌که فیبر پرتقال دارای بیشترین آهن و کلسیم بود. همچنین مقدار عناصر معدنی درروش تخمیری نسبت به اکسترود افزایش یافته است. علت 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 ازجمله آهن، کلسیم، روی، منیزیم و پتاسیم می‌باشد[۲۱].

Table 4 Micronutrient values in different treatments

minerals (Ca) (mg/kg)	minerals (Zn) (mg/kg)	minerals (Fe) (mg/kg)	Levels (%)	Fiber supplement type
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	

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$۰/۰۵). اما اثر زمانماندگاری بر این شاخص معنی‌دار نبود.طبق نتایج به‌دست‌آمده،نوشیدنی آناناس با فیبر سبوس گندم اکسترود 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 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 تبدیل‌شده و سهم مواد فراکسیون طی اکستروژن در نمونه سبوس افزایش‌یافته و از این طریق بریکس افزایش‌یافته 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 افزایش‌می‌یابد[۲۲]. در تحقیق دیگری مارتین دیانا و همکاران (۲۰۰۹) میزان بریکس ابتدایی در تیمارهای آب‌پرتقال و آب‌پرتقال حاوی کیتوزان را به ترتیب ۱۲ و ۱۳/۲ گزارش نمودند[۲۳]. پروتئین‌ها وکربوهیدرات‌ها هر یک ۱۶درصد ماده

خشک کل سبوس را تشکیل می‌دهد. به نظر می‌رسدبه 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) نشان داد که با افزایش درصد عصاره‌سبوس در نوشیدنی پرتقال فراسودمند، درصد ماده خشک و خاکستر نمونه‌ها افزایش‌می‌یابد [۲۴].

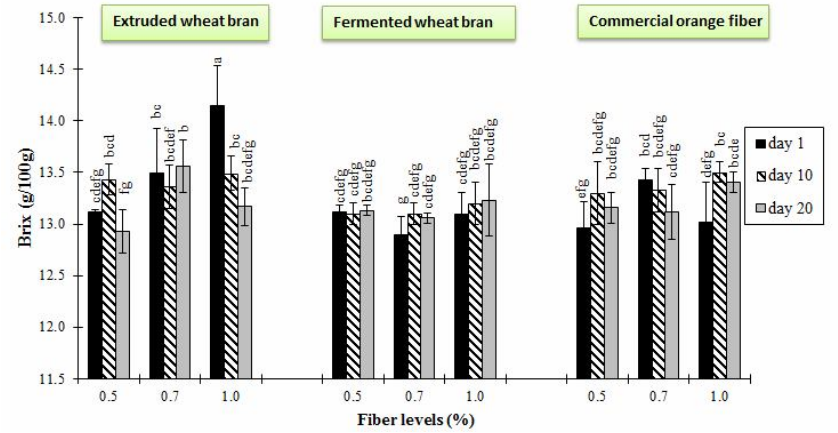

Fig 2 The effect of adding fiber supplements on the dry matter of juice

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$۰/۰۵). 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 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 اکسترودشده 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 اکسترودشده 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 افزایش‌می‌یابد [۲۱].

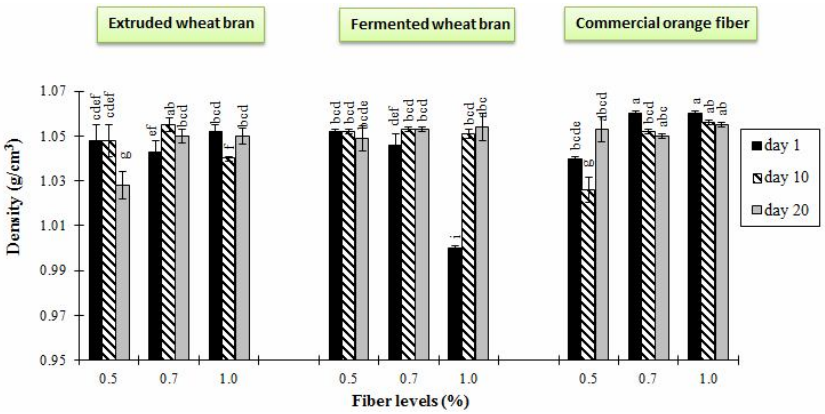

Fig 3 The effect of adding fiber supplements on density of juice

۳-٤- اثر انواع مکمل‌های فیبری بر اسیدیته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مکمل فیبری و درصد مکمل فیبری بر اسیدیته آب‌میوه آناناس فراسودمند معنی‌دار نبود (P≥۰/۰۵). عدم تغییرات معنی‌دار اسیدیته قابل تیتر نشان می‌دهد که واکنش‌های شیمیایی احتمالی انجام شده در سیستم سبب تغییرات معنی‌دار اسیدیته قابل تیتر 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 آب‌میوه آناناس فراسودمند معنی‌دار بود (P≤۰/۰۵). 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. به‌طوری که سبوس گندم تخمیری نسبت به سبوس گندم اکسترودشده دارای درصد خاکستری بیشتری بود (جدول ٤).

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 (۲۰۱٤) 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 اکسترودشده 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].

۳-٦- 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 آب‌میوه آناناس فراسودمند معنی‌دار بود (P≤۰/۰۵). نتایج به طور کلی بیانگر کاهش قند احیا و قند کل نمونه‌ها در طول ماندگاری بود (جدول ۵). در نتایج منتشر شده توسط رنوکا و همکاران (۲۰۰۹) مقدار فروکتوالیگوساکاریدها از روز اول نگهداری تا روز آخر به طور معنی‌داری کاهش یافت(P≤۰/۰۵). 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 (۲۰۱٤b) در مطالعه مشابهای به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان نگهداری، میزان قندهای موجود در آب‌میوه سیب غنی‌شده 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	
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	Extruded wheat bran
9.16±0.04bc	2.57±0.11ab	(day20)	0.7	
12.2±0.26a	3.33±0.01a	(day 1)	1	
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	
9.16±0.15ab	2.63±0.01b	(day10)	0.7	Fermented wheat bran
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	
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	Commercial orange fiber
10.02±0.02ab	2.83±0.02b	(day20)	0.7	
11.09±0.07a	3.25±0.05a	(day 1)	1	
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)

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 کدرشدن آب‌میوه شده است($P\leq$۰/۰۵). به طوری‌که استفاده از فیبر پرتقال بیشترین کدورت را نسبت به آب‌میوه‌های حاوی سبوس گندم اکسترودشده و تخمیری نشان داد (شکل ٤). علت بیشتر بودن کدورت آب میوه آناناس حاوی فیبر پرتقال را

می‌توان به مقدار فیبر نامحلول زیاد (۳٤/۹ درصد) این ماده نسبت داد. در خصوص بیشتر بودن کدورت آب میوه‌های حاوی سبوس گندم اکسترودشده نسبت به تخمیری می‌توان این‌گونه بیان کرد که ترکیب فشار و درجه حرارت باعث تغییر رنگ سبوس گندم پس از فرآوری و در نتیجه تیره شدن آب میوه شده است. علت کدورت نمونه‌ها را می‌توان به وجود عوامل کدورت زا مانند پکتین، سلولز و پروتئین درسبوس گندم نسبت داد[۷]. به طور کلی افزایش کدورت در نوشیدنی را می‌توان به ایجاد کمپلکس پروتئین- پروتئین یاکمپلکس 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 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 به‌دست‌آمده توسط محققان فوق مطابقت داشت[۳۰]. پاکت و همکاران (۲۰۱٤a) همچنین دریافتند با افزایش زمان نگهداری کدورت و ویسکوزیته نوشیدنی غنی‌شده 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 به‌دست‌آمده توسط محققان فوق مطابقت داشت [۳۱].

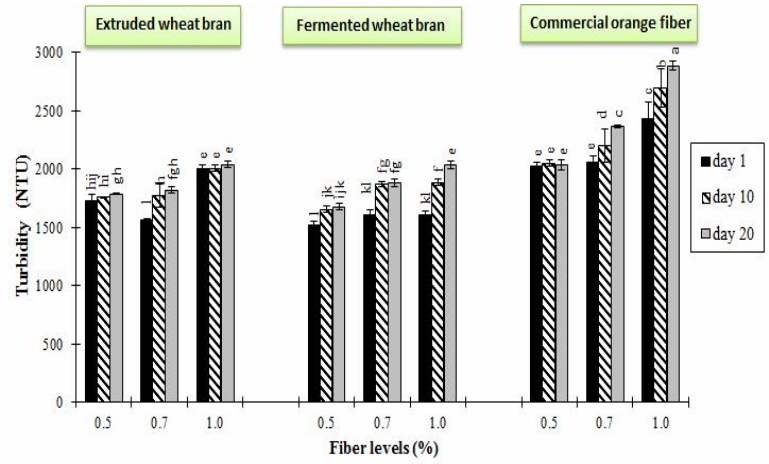

Fig 4 The effect of fiber supplements on turbidity of juice

۳-۸- بررسی ویژگی‌های رنگ سنجی

در بین خصوصیات فیزیکی مواد غذایی، رنگ به‌عنوان مهم‌ترین ویژگی ظاهری در درک کیفیت شناخته شده است[۵]. مشتری تمایل دارد که رنگ را با طعم، ایمنی، ماندگاری، کیفیت وخصوصیات 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≤۰/۰۵). به علاوه نتایج آنالیز واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار افزودن مکمل فیبری بر مؤلفه*a و*b نمونه‌ها بود (P۰/۰۵ ≥). به طوری‌که افزایش فیبر سبوس 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.

Table 6 The effect of fiber supplements on color indexes

b*	a*	L*	Storage time	Fiber evels	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±fg0.04	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±0.017b	1.31±0.1ef	14.92±0.16a	(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- ویژگی‌های حسی

یکی ازمهم 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 قرارگرفتند. همان‌طور که در شکل ۵ مشخص است فیبر حاصل از فرآیند اکسترود 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 آب‌میوه آناناس حاوی فیبر سبوس گندم اکسترودشده در بین مصرف کنندگان داشت. چالش‌های زیادی برای غلبه برتقویت یک آب‌میوه با فیبر غذایی وجود دارد. هدف اضافه کردن فیبر به آب میوه ها معمولاً برای بهبود محصول است. چالش اضافه کردن فیبر به سیستم‌های مبتنی بر آب میوه متشکل از ماهیت فرمولاسیون آن است. به طور کلی، نوشیدنی‌های غیر لبنی معمولاً ویسکوزیته بسیار کم و دارای pH پایین هستند. علاوه بر ماتریس نوشیدنی، افزودن فیبر می‌تواند تأثیر مستقیمی بر احساس دهانی، بافت و طعم محصول داشته باشد. بنابراین نوعی از مواد غذایی که برای آب‌میوه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند باید با

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

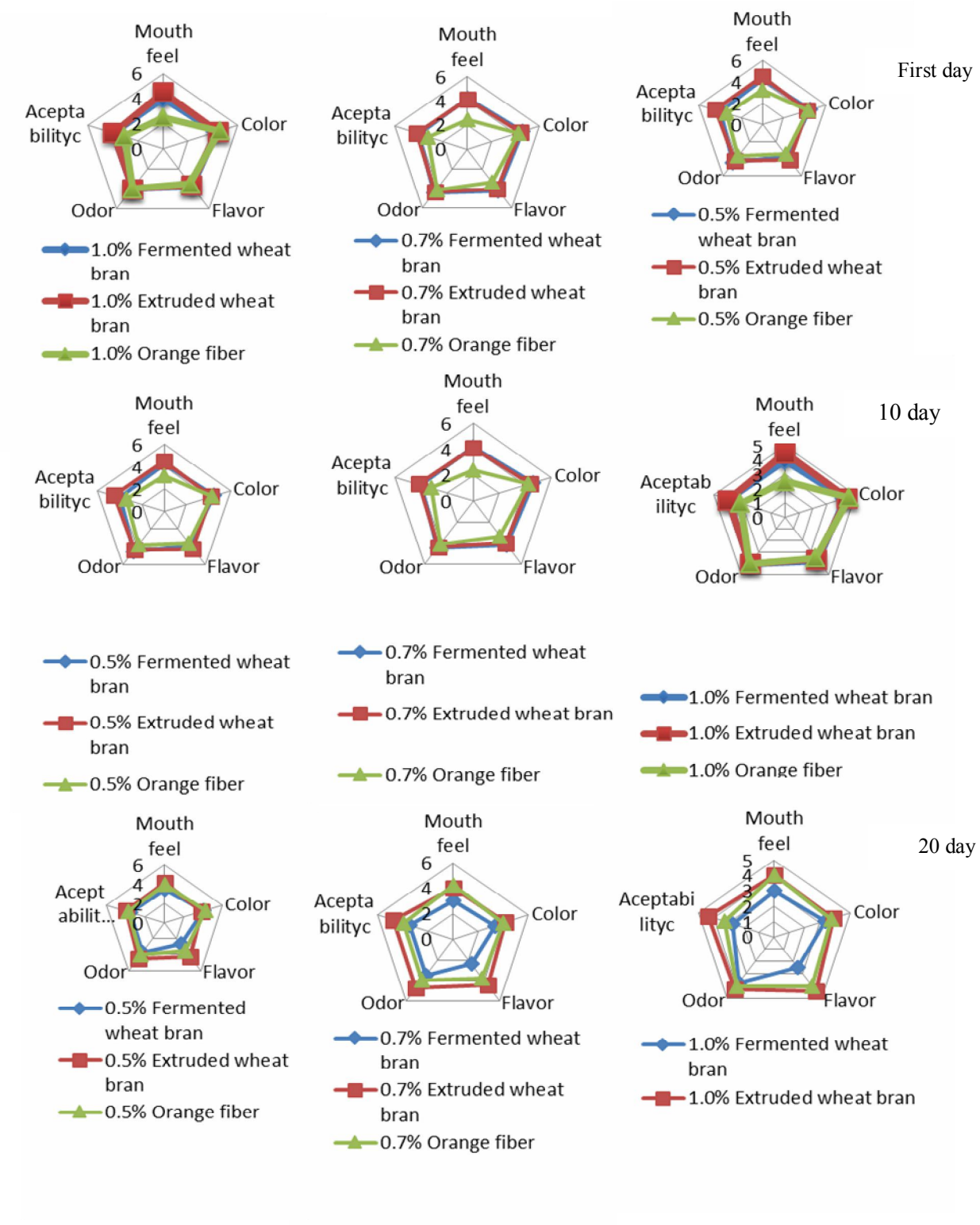

Fig 5 The effect of fiber supplements on organoleptic properties of juice

٤- نتیجه‌گیری

در این پژوهش استفاده از انواع مکمل فیبری (سبوس گندم تخمیری، اکسترود شده و فیبر پرتقال) در فرمولاسیون آب آناناس فراسودمند بررسی شد. بررسی ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی نوشیدنی تولیدی با استفاده از سبوس گندم اکسترود شده، تخمیری و فیبر پرتقال بیانگر این است که افزودن این مکمل‌ها به آب میوه آناناس سبب ایجاد تفاوت معنی‌دارد 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 ازنظر آماری به لحاظ نوع مکمل فیبری (سبوس گندم تخمیری، اکسترود شده و فیبر پرتقال) نشان دادند ($P\leq$۰/۰۵). درحالی‌که میزان اسیدیته قابل تیتر در تمام تیمارها طی این دوره تغییر معنی‌داری را ازنظر آماری نشان نداد ($P\geq$۰/۰۵). همچنین ماندگاری محصول به مدت ۲۰ روز بر روی ویژگی‌های آن اثر منفی نداشت. لذا می‌توان از انواع مکمل فیبری (سبوس گندم تخمیری، اکسترود شده و فیبر پرتقال) به میزان ۰/۵ تا ۱ درصد جهت بالابردن ارزش تغذیه‌ای آب‌میوه 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] Pirsa, 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 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., Mabille, 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,

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 5052و (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., Nematolahi1, M., Mohammadi Hashemi1, 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., Makhlouf, 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 Foods1st Edition.Sawston, Cambridge: Woodhead publishing, 369-388.
color and texture properties of bread and rheological properties of dough. (2019) Accepted in Journal of food sience 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

Evalluationof 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 Institue, 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 totaly.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 futher prosseing is required. The objective of this study was to investigate the effects of two different technique containing Fermentaion & Extrusion on wheat bran behavior and compare their effects with commertial 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 ($P\leq0.05$) 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 solouble 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 treatmentsalso 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 recomended.

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

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