نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد ششم، شماره دوم، ۹۳
۳۵-٤۹
http://ejfpp.gau.ac.ir

تأثیر شیره انگور بر ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و میکروبی نوشیدنی کفیر

علیرضا صادقی ماهونک[۱] و *مهشید رهبری[۲]

[۱]دانشیار علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۲]دانشجوی دکتری مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۲۳

چکیده

کفیر نوشیدنی تخمیری تهیه شده از شیر با خواص پروبیوتیک است. در این مطالعه تأثیر شیره انگور در مقادیر ۰، ۱، ۲، ۳ و ٤ درصد، بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی، رئولوژیکی و حسی نوشیدنی کفیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش منابع قندی، میزان فلور میکروبی، اسیدیته، شاخص قرمزی، زردی و ویسکوزیته ظاهری افزایش و میزان شاخص روشنایی و pH کاهش یافت. مطابق نتایج آزمون رئولوژیکی، با افزایش سرعت برشی، ویسکوزیته ظاهری تمام نمونه‌ها کاهش یافت و نمونه‌ها رفتار رقیق شونده با برش را نشان دادند، همچنین مدل قانون توان به‌عنوان بهترین مدل جهت تفسیر رفتار جریان نوشیدنی‌های کفیر تعیین گردید. امتیاز ارزیابی حسی با افزایش سطوح این منابع قندی (۳ و ٤ درصد) کاهش یافت. از لحاظ تأثیر روی فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر، همچنین تأثیر کمتر روی رنگ و طعم ناشی از فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک، می‌توان غلظت ۲ درصد شیره انگور را به‌عنوان بهترین منبع قندی برای تولید نوشیدنی تخمیری کفیر در نظر گرفت.

واژگان کلیدی: کفیر، شیره انگور، فلور میکروبی، رئولوژی

*نویسنده مسوول: mahshidrahbari@yahoo.com

مقدمه

کفیر نوعی نوشیدنی حاصل از فعالیت باکتری‌های لاکتیکی، مخمرها و باکتری‌های استیکی بر شیر است که یک محصول پیچیده تخمیری با خواص سلامتی بخش تولید می‌کند (بنسمیرا و جیانگ، ۲۰۱۱). تاکنون مطالعات محدودی در زمینه ی بررسی ویژگی‌های رفتار جریان نوشیدنی کفیر انجام شده است، در حالی‌که بیشتر تحقیقات انجام شده بر روی ویژگی‌های کیفی نوشیدنی کفیر بوده است (پاراسکپولو و همکاران، ۲۰۰۳). عوامل بسیاری نظیر دمای گرمخانه‌گذاری، ترکیبات شیر پایه، جمعیت میکروبی، فرآیند حرارتی و غیره بر ویژگی‌های رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی کفیر مؤثر است (کرولوا، ۱۹۹۸). در سال‌های اخیر با توجه به افزایش مصرف نوشیدنی‌های تخمیری، پژوهش‌های متعددی در این زمینه انجام شده است به‌عنوان مثال، دیمیتریل و آنتونینو (۲۰۱۱) اثر دماهای مختلف گرمخانه‌گذاری (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) و غلظت‌های متفاوت کازئینات (۰، ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی/ وزنی) را بر ویژگی‌های رفتار رئولوژیکی کفیر بررسی کردند. در مطالعه دیگری چیو همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر عوامل مؤثر بر گرم‌خانه‌گذاری دما و زمان میزان غلظت منبع محرک رشد میکروبی (ساکاروز) بر ویژگی‌های شیمیایی و حسی نوشیدنی کفیر گردو پرداختند. بنسمیرا و جیانگ (۲۰۱۱) اثر شرایط گرمخانه‌گذاری، زمان و دما و همچنین فشار همگن کننده را بر ویژگی‌های رئولوژیکی و میزان تولید اگزوپلی‌ساکارید کفیران در نوشیدنی کفیر تهیه شده از شیر گاو بررسی کردند. با توجه به موارد ذکر شده به‌نظر می‌رسد که می‌توان با کاربرد برخی از منابع قندی به‌عنوان محرک‌های رشد، موجب افزایش فعالیت فلور میکروبی شد و بنابراین از خواص بی‌شمار ناشی از آن مانند ویتامین ب و کلسیم بهره گرفت. پژوهش حاضر با هدف امکان‌سنجی استفاده از شیره انگور به‌عنوان محرک‌های رشد ارزان قیمت و مفید باکتری‌ها و مخمرهای در سطوح مختلف، به‌منظور تولید نوشیدنی تخمیری کفیر و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی، میکروبی (تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک و مخمرها) و حسی (طعم، رنگ، قوام و پذیرش کلی) نوشیدنی حاصل انجام شد.

مواد و روش‌ها

تولید نوشیدنی: جهت تولید نوشیدنی کفیر، ۳ درصد (وزنی- حجمی) از دانه‌های کفیر به شیر پاستوریزه افزوده و از شیره انگور در سطوح ۰ تا ٤ درصد وزنی/ حجمی در فرمولاسیون آن استفاده شد. نمونه‌ها در شیکر انکوباتور (ویژن- کره جنوبی) تحت شرایط دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۱۰۰

(دور در دقیقه) به‌مدت ٢٤ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. سپس به سرعت دمای نمونه‌ها به ١٤–٨ درجه سانتی‌گراد رسانیده شد و در بطری‌های پت ٢٨٠ سی‌سی درب‌بندی و در دمای ٦–٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (عبدالملکی و همکاران، ٢٠٠٩).

آزمون‌های شیمیایی: اندازه‌گیری اسیدیته نمونه‌ها بر حسب اسیدلاکتیک و pH با استفاده از pH متر دیجیتال (نایک، آلمان) پس از ٢٤ ساعت از تهیه نمونه‌های نوشیدنی کفیر صورت گرفت (پروانه، ١٩٩٥).

آزمون‌های میکروبی: به‌منظور شمارش جمعیت میکروبی باکتری‌های اسیدلاکتیک و مخمرها به‌ترتیب از روش کشت عمقی و سطحی و نیز از محیط‌های کشت ام آر اس آگار و وای جی سی آگار استفاده شد. پلیت‌های کشت داده شده به‌ترتیب در دمای ٣٧ و ٢٥ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٣ و ٥ روز گرمخانه‌گذاری شدند.

اندازه‌گیری ویسکوزیته ظاهری و رفتار جریان: جهت بررسی ویژگی رئولوژیکی نمونه‌های، از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (DVII، آمریکا) استفاده شد. سپس ویسکوزیته نمونه‌ها در سرعت‌های چرخشی ١٠ تا ٢٠٠ دور در دقیقه با استفاده از اسپیندل شماره ٣ و در دمای ٥ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد (امیری و همکاران، ٢٠١٠). نتایج به‌دست آمده با استفاده از رابطه ریاضی توصیف شده توسط میچکا (١٩٨٢) به سرعت برشی (در محدوده s^{-1} ٥٠–٠) و تنش برشی تبدیل و نمودار رفتار جریان نمونه‌ها بر این اساس مقایسه شدند. رفتار جریان نمونه‌ها با مدل‌های قانون توان[1] (معادله ١)، هرشل بالکی[2] (معادله ٢) و کاسون[3] (معادله ٣) مورد بررسی قرار گرفت. ویسکوزیته ظاهری در سرعت چرخشی ١٠٠ دور در دقیقه و در دمای ٥ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری انجام شد.

$$\tau = k\gamma^n \quad (1)$$

$$\tau = k\gamma^n + \tau_0 \quad (2)$$

$$\tau^{0.5} = k_{0c}^{0.5} + k_c\gamma^{0.5} \quad (3)$$

1- Power law
2- Herschel–Bulkley
3- Casson

در معادلات (۱) و (۲)، τ، τ_0، γ، k و n به‌ترتیب تنش برشی[1] (mPa)، تنش تسلیم (mpa)، سرعت برشی[2] (1/s)، ضریب قوام[3] ($mPa.s^n$) و شاخص رفتار[4] جریان (بدون واحد) می‌باشند. در معادله (۳) $k_{0c}^{0.5}$ عرض از مبدأ نمودار $\tau^{0.5}$–$\gamma^{0.5}$ و k_c شیب نمودار است. k_c^2 و k_{0c} به‌ترتیب ویسکوزیته کاسون (mPa.s) و تنش تسلیم کاسون (mPa) می‌باشند.

خصوصیات رنگی: جهت ارزیابی شاخص‌های رنگ a* (شاخص قرمزی)، L^* (شاخص روشنایی) و b* (شاخص زردی)، از نمونه‌های به روش پردازش تصویر گرفته شد و تصاویر با استفاده از نرم‌افزار Image J مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از معادله مجموع تفاوت رنگ[5] جهت بررسی روابط بین این شاخص‌های رنگ، استفاده شد.

$$TCD = \sqrt{(\Delta L^2) + (\Delta a^2) + (\Delta b^2)}$$

ارزیابی حسی: نمونه‌های تولید شده بعد از دربندی در بطری‌های تیره ۲۸۰ میلی‌لیتری در یخچال نگهداری شد. سپس نمونه‌ها توسط ۵ داور آموزش دیده و پس از بیان پارامترهای مورد ارزیابی (طعم، رنگ، بو و پذیرش کلی) بررسی شد. جهت آنالیز نتایج از روش رتبه‌بندی استفاده گردید و جهت بیان درجه مقبولیت پارامترهای حسی از اعداد ۱ تا ۵ (خیلی بد تا خیلی خوب) استفاده شد (عبدالملکی و همکاران، ۲۰۰۹).

تجزیه و تحلیل آماری نتایج: داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه و تحلیل شد. میانگین‌ها داده‌ها با استفاده ازآزمون دانکن در سطح ۹۵ درصد مقایسه شدند. کلیه آزمون‌ها در ۲ تکرار بررسی شد.

نتایج و بحث

بررسی تأثیر منابع قندی بر تغییرات فلور میکروبی: با توجه به جدول ۱ با افزودن منابع قندی میزان باکتری‌های اسید لاکتیک به شکل معنی‌داری افزایش پیدا کرد. تنها بین نمونه شاهد و نمونه حاوی ۳ و

1- Shear stress
2- Shear rate
3- Consistency coefficient
4- Flow behavior index
5- Total Color Different

٤ درصد شیره انگور تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. با افزودن شیره انگور، میزان باکتری‌های اسید لاکتیک تا سطح ٤ درصد به شکل معنی‌داری افزایش پیدا کرد. بیشترین میزان باکتری‌های اسید لاکتیک به نمونه حاوی ٤ درصد شیره انگور و کمترین مقدار به نمونه شاهد تعلق داشت. با توجه به جدول ١ در بررسی تغییرات میزان مخمرها در نوشیدنی‌های کفیر تولیدی مشاهده می‌شود که افزودن افزودن شیره انگور به شکل معنی‌داری سبب تقویت میزان فعالیت مخمرها در نوشیدنی‌های کفیر تولیدی می‌گردد. شیره انگور به‌دلیل داشتن منابع قندی الکلی (آلدیتول‌ها) محیط مناسبی برای فعالیت مخمرها ایجاد می‌کند و با افزایش میزان شیره انگور تا سطح ٣ درصد در تهیه نوشیدنی، میزان مخمرها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین میزان مخمر به نمونه حاوی ٣ درصد شیره انگور و کمترین میزان مخمر به نمونه شاهد تعلق داشت. تولید متابولیت ثانویه و افزایش اسیدیته را که موجب کاهش قدرت تفکیک یونی و تخریب ساختار درونی می‌شود را می‌توان دلیل احتمالی کاهش فعالیت مخمری در سطح ٤ درصد شیره انگور دانست. در پژوهشی دیگر بیان شده است که افزایش منابع قندی سبب بهبود و افزایش معنی‌داری در میزان باکتری‌های اسید لاکتیک می‌شود (لیو و ون لین، ٢٠٠٠).

بررسی تأثیر منابع قندی بر تغییرات ویژگی‌های شیمیایی: همان‌طور که در جدول ٢ مشاهده می‌شود، با افزایش میزان منابع قندی افزوده شده خواص فیزیکوشیمیایی نوشیدنی‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. با افزایش منابع قندی، اسیدیته و pH به‌ترتیب روندی افزایشی و کاهشی نشان دادند.

جدول ١- تأثیر شیره انگور بر تغییرات میزان باکتری‌های اسیدلاکتیک و مخمرهای نوشیدنی کفیر.

نوشیدنی کفیر	غلظت منبع قند (درصد)	باکتری‌های اسید لاکتیک 10^6cfu/ ml	مخمر 10^4cfu/ ml
شاهد	٠	٦٦/٥±٦^{b}	١٠٣/٠±٤^{d}
شیره انگور	١	٦٩/٥±٤/٥^{b}	١١١/٥±١/٥^{dc}
شیره انگور	٢	٧٦/٠±٢^{ab}	١٢٤/٥±٣^{ab}
شیره انگور	٣	٨١/٠±٤/٥^{a}	١٣٢/٥±٢/٥^{a}
شیره انگور	٤	٨٩/٥±١^{a}	١١٨/٥±١/٥^{bc}

اعداد جدول به‌صورت میانگین ± انحراف معیار هستند.

* اعداد دارای حروف مشترک در ستون با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند ($P>0/05$).

جدول ۲- تأثیر شیره انگور بر تغییرات اسیدیته و pH.

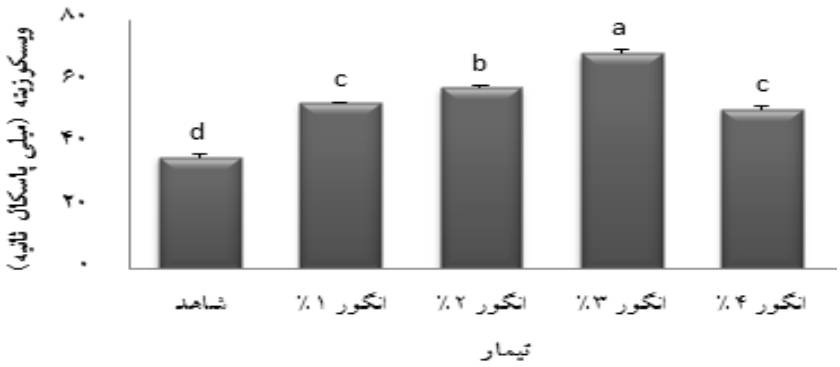
نوشیدنی کفیر	غلظت منبع قندی (درصد)	pH	اسیدیته (اسید لاکتیک)
شاهد	۰	٤/۱۲±۰/۰۲^{a}	۸۸/۰±۲^{d}
شیره انگور	۱	٤/۰۳±۰/۰۳^{ab}	۹۵/۵±۱/۵^{cd}
شیره انگور	۲	۳/۹۵±۰/۰٤^{abc}	۱۰٤/۰±۳^{bc}
شیره انگور	۳	۳/۸۷±۰/۰٦^{bc}	۱۱۱/۵±۲/۵^{ab}
شیره انگور	٤	۳/۸۲±۰/۰۷^{c}	۱۱٦/۰±٤^{a}

اعداد جدول به‌صورت میانگین ± انحراف معیار هستند.

* اعداد دارای حروف مشترک در ستون با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند (P>۰/۰۵).

با توجه به جدول ۲، از لحاظ مقدار اسیدیته بین نمونه شاهد و نمونه حاوی ۱ درصد شیره انگور اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در سایر سطوح شیره انگور، اسیدیته نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. کمترین و بیشترین مقدار اسیدیته به‌ترتیب مربوط به نمونه شاهد و نمونه حاوی ٤ درصد شیره انگور به‌ترتیب برابر ۸۸ و ۱۱٦ درجه برحسب اسیدلاکتیک بود. چیو و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که با افزودن ساکارز در نوشیدنی کفیر میزان اسیدیته به شکل معنی‌داری افزایش می‌یابد. توانایی استفاده میکروفلور کفیر از منابع قندی (شیره انگور) حاوی مواد قندی متعدد نسبت به نمونه شاهد که منبع قندی عمده آن لاکتوز است، از دلایل احتمالی این پدیده می‌باشد. با افزودن شیره انگور به نوشیدنی کفیر میزان فعالیت میکروفلور کفیر افزایش و در اثر تبدیل منابع قندی به اسید لاکتیک میزان اسیدیته نوشیدنی‌ها نیز افزایش یافت. نتایج به‌دست آمده با نتایج سایر محققان مطابقت داشت (لیو و ون لین، ۲۰۰۰). افزودن شیره انگور سبب کاهش معنی‌دار مقدار pH نسبت به نمونه شاهد شد که با نتایج حاصل از آزمون اسیدیته مطابقت داشت. از نظر pH بین نمونه شاهد ۱ و ۲ درصد شیره انگور اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین و بیشترین مقدار pH به‌ترتیب مربوط به نمونه شاهد و نمونه حاوی ٤ درصد شیره انگور به‌ترتیب به مقدار ۳/۸۲ و ٤/۱۲ و تعلق داشت. بنابراین، می‌توان بیان کرد که در اثر افزودن شیره انگور، میزان فعالیت میکروفلور کفیر افزایش می‌یابد. افزایش تولید اسید توسط میکروارگانیسم‌ها، یون هیدروژن تولیدی نسبت به نمونه شاهد افزایش، و در نهایت pH نمونه‌ها کاهش می‌یابد.

بررسی تأثیر شیره انگور بر تغییرات ویسکوزیته ظاهری: همان‌طور که در در شکل ۱ مشاهده می‌گردد، میزان ویسکوزیته ظاهری با افزایش منابع قندی نسبت به نمونه شاهد افزایش پیدا کرده است.



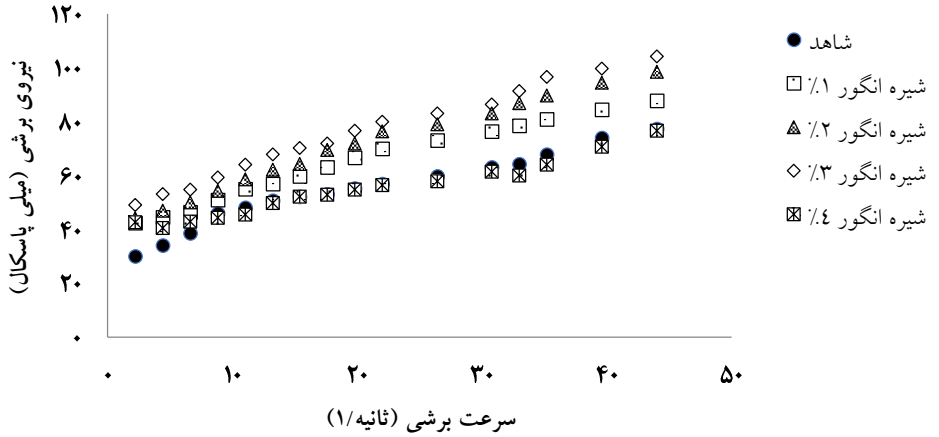
شکل ۱- تأثیر شیره انگور بر ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی کفیر.

* تیرک‌های ترسیم شده نشان‌دهنده خطای استاندارد داده‌های اندازه‌گیری شده است (اعداد دارای حروف مشترک با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند $P>0/05$).

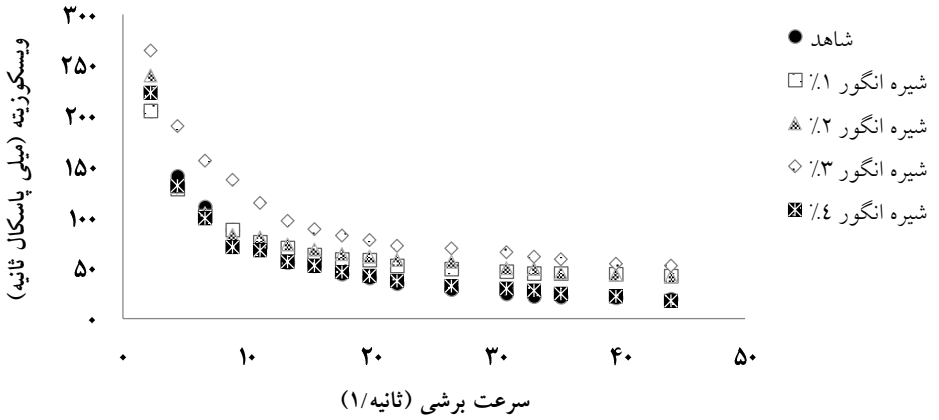
از نظر آماری بین ویسکوزیته ظاهری نمونه شاهد با سایر نمونه‌ها دارای تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P<0/05$). بیشترین میزان ویسکوزیته مربوط به نمونه حاوی ۳ درصد شیره انگور و کمترین میزان ویسکوزیته مربوط به نمونه شاهد بود. همان‌طور که قبلا پیشتر ذکر شد با افزایش منبع قندی، فعالیت باکتری‌های اسیدلاکتیک افزایش یافته است. در نمونه‌های حاوی شیره انگور، همان‌طور که از نتایج فلور میکروبی مشخص است، مخمرها به‌دلیل وجود منابع قندی الکلی نظیر سوربیتول فعالیت بیشتری دارند. چنانچه مرور پژوهش‌ها نشان می‌دهد، فعالیت مخمرها می‌تواند سبب افزایش تولید اگزو پلی‌ساکارید کفیران با خاصیت جذب آب بالا گردد. بنابراین، تولید اگزو پلی‌ساکارید علاوه‌بر فعالیت آنزیمی ناشی از فعالیت باکتری‌های اسیدلاکتیک و افزایش احتمال تشکیل شبکه کازئین، موجب افزایش بیشتر ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های حاوی شیره انگور می‌شود (دیمیتریل و آنتونیو، ۲۰۱۱). نکته قابل توجه کاهش معنی‌دار ویسکوزیته ظاهری در نمونه حاوی ٤ درصد شیره انگور می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری اسیدیته نمونه‌ها، می‌توان افزایش اسیدیته و کاهش pH که با دور شدن از نقطه ایزوالکتریک پروتئین‌های کازئین، موجب تضعیف نیروهای جاذبه

الکترواستاتیک و واندروالس ناشی از تجمع میسل‌های کازئین و گلبول‌های چربی را دلیل این امر دانست، زیرا برای افزایش قدرت جذب آب و افزایش ویسکوزیته ظاهری، وجود پیوندهای قوی برای تشکیل شبکه کازئین ضروری است. لیو و ون لین (۲۰۰۰) با به‌کارگیری گلوکز، لاکتوز و ساکارز در تولید نوشیدنی کفیر، نتایج مشابهی را در مورد افزایش ویسکوزیته ظاهری گزارش کردند. نتایج به دست آمده با نتایج سایر محققین تطابق دارد (دیمیتریل و آنتونیو، ۲۰۱۱).

تأثیر شیره انگور بر رفتار رئولوژیکی: شکل ۲ رابطه تنش برشی در مقابل سرعت برشی نمونه‌های مختلف کفیر حاوی شیره انگور را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، رابطه تنش برشی- سرعت برشی غیرخطی می‌باشد، بنابراین نمونه‌های نوشیدنی کفیر در گروه سیالات غیر نیوتونی طبقه‌بندی می‌شوند. از طرفی کاهش ویسکوزیته ظاهری با افزایش سرعت برشی در کلیه نمونه‌ها، نشان‌دهنده رفتار رقیق شونده با برش می‌باشد (شکل ۳). همان‌طور که مشاهده می‌شود، با افزایش سطح شیره انگور در سرعت برشی ثابت میزان نیروی برشی نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است. فعالیت فلور میکروبی نوشیدنی کفیر (جدول ۱) و افزایش تولید اگزو پلی‌ساکارید کفیران در اثر افزودن منبع قندی را می‌توان دلیل این امر دانست، زیرا کفیران به‌دلیل خاصیت آبدوستی خود آب موجود در محیط را جذب کرده و این امر سبب افزایش قوام نمونه‌ها می‌گردد. بنابراین، در یک سرعت برشی ثابت میزان نیروی برشی افزایش یافته است. از طرفی به‌دنبال اعمال برش بر روی نمونه‌ها، شبکه کازئین تشکیل شده به تدریج تضعیف شده و منجربه کاهش ویسکوزیته ظاهری و افزایش سیالیت با افزایش سرعت برشی می‌گردد. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، در سرعت‌های برشی پایین، ویسکوزیته ظاهری به سرعت کاهش یافت، در حالی که در سرعت‌های بالاتر، روند کاهش ویسکوزیته آهسته بود. کاهش ویسکوزیته ظاهری در نقاط ابتدایی به‌دلیل از بین رفتن سریع باندهای بین مولکولی می‌باشد. کاهش تغییرات ویسکوزیته همزمان با افزایش سرعت برشی را می‌توان به کاهش اندازه توده‌های کلوییدی موجود در نمونه نسبت داد. رفتار رقیق‌شوندگی با برش نوشیدنی‌های تخمیری شیر توسط سایر محققین نیز بیان شده است (پنا و همکاران، ۲۰۰۱؛ کوکسی و کیلیک، ۲۰۰۳).



شکل ۲- رابطه سرعت برشی- تنش برشی در نوشیدنی کفیر حاوی شیره انگور.



شکل ۳- تأثیر سرعت برشی بر ویسکوزیته ظاهری نوشیدنی کفیر حاوی شیره انگور.

جدول ۳ نتایج حاصل از برازش رفتار رئولوژیکی نمونه‌های مختلف کفیر حاوی شیره انگور را با مدل‌های مختلف رئولوژیکی نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در کلیه نمونه‌ها شاخص رفتار جریان (n) کمتر از ۱ می‌باشد، بنابراین، خاصیت رقیق‌شوندگی با برش نمونه شاهد با افزودن منابع قندی تغییر نکرده است و افزایش سطوح شیره انگور تنها سبب افزایش این خاصیت شده است.

مطابق نتایج به‌دست آمده، مدل قانون توان با ضریب همبستگی بالاتر به‌خوبی توانسته است رفتار رئولوژیکی نمونه‌های نوشیدنی کفیر را پیش‌بینی کند. مطابق مدل قانون توان، شاخص قوام (K) کلیه نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد بیشتر است. همان‌طور که قبلا اشاره شد، افزایش احتمال تشکیل شبکه کازئین و تولید اگزو پلی‌ساکارید کفیران را که منجربه افزایش جذب آب می‌شوند را می‌توان می‌تواند از دلیل‌های این امر باشد؛ به‌طوری که با افزایش سطوح شیره انگور تا سطح ۳ درصد، شاخص قوام افزایش می‌یابد.

جدول ۳- پارامترهای مدل قانون توان، هرشل بالکلی و کاسون برای نوشیدنی‌های تخمیری کفیر.

تیمار	منبع قندی (درصد)		مدل: قانون توان R^2	K	N	هرشل بالکی R^2	K	N	τ_0	کاسون R^2	τ_0	K
شاهد	۰		۰/۹۹۱	٤/٤١	۰/٤٨	۰/۹۸٥	۹/۳۳	۰/۳٤	۱/۱۲	۰/۹۹٥	۱٦/۹٤	۱/۱۰
شیره انگور	۱	۱	۰/۹۹٤	۲٤/۷۱	۰/۳۳	۰/۹۸۲	۳۸/۷۹	۰/۳۹	۱/۲۲	۰/۹۹٦	۱۸/٤۰	۰/٤۹
شیره انگور	۲	۲	۰/۹۹۷	۲٤/۹۲	۰/۳۱	۰/۹۹٥	۳۸/۲۳	۰/٤٤	۱/۲۳	۰/۹۹٥	۱٥/۹۰	۰/٦٤
شیره انگور	۳		۰/۹۹۸	۲٦/۱٦	۰/۲۹	۰/۹۸٤	٤۲/۸٥	۰/۲٦	۱/۳٥	۰/۹۹۲	۲٤/۸۱	۰/٦۰
شیره انگور	٤		۰/۹۹٥	۲۲/٤۰	۰/٤٦	۰/۹۹۰	۳۹/٦۲	۰/۳۰	۱/۸٥	۰/۹٤	۱٥/۰۸	۰/۳٥

تأثیر منابع قندی بر پارامترهای رنگی: رنگ ماده غذایی، از دیدگاه مصرف‌کنندگان از مؤلفه‌های بسیار مهم به‌شمار می‌آید. نتایج حاصل از آزمون رنگ‌سنجی در جدول ٤ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با افزایش سطوح شیره انگور پارامترهای رنگ‌سنجی به شکل معنی‌داری تغییر پیدا کردند.

جدول ٤- بررسی تأثیر شیره انگور بر شاخصه‌های رنگی نوشیدنی تخمیری کفیر.

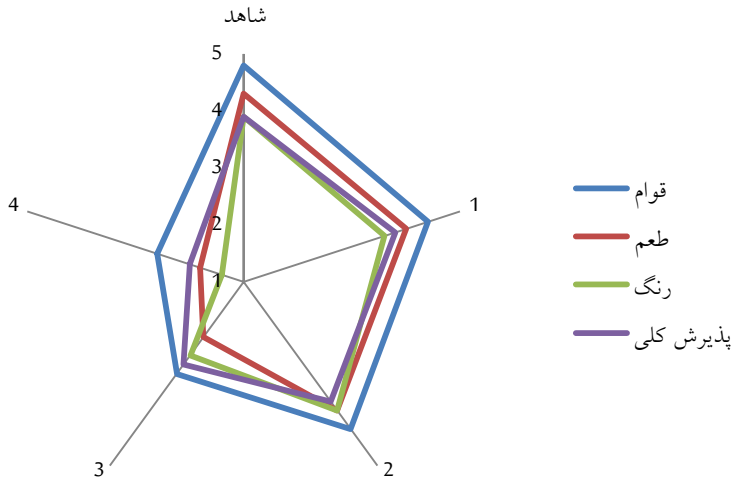
نوشیدنی کفیر	غلظت منبع قندی (درصد)	پارامترهای رنگی			
		TCD	b*	a*	L*
شاهد	۰	۰	-۳/۰۱±۰/۰۲^{e}	-۲/۷±۰/۱^{d}	۷۹/۲±۰/۵^{a}
شیره انگور	۱	٦/۹۵±۰/۱۷^{c}	۲/۱±۰/۰٤^{d}	-۲/۳±۰/۱^{c}	۷۵±۰/۵^{b}
شیره انگور	۲	۹/٤۲±۰/۱۷^{b}	۳/۰٤±۰/۱^{c}	-۱/۸±۰/۰۷^{b}	۷۲±۰/۰۱^{c}
شیره انگور	۳	۱۰/۱۵±۰/۱۷^{a}	۳/۳۲±۰/۰۸^{b}	-۱/۲۷±۰/۱۵^{a}	۷۰/۱±۰/۱۱^{d}
شیره انگور	٤	۱۲/٤±۰/۱۷^{a}	۳/۷۰±۰/۱^{a}	-۰/۹۵±۰/۱۷^{a}	٦۸/۹±۱/۰۱^{d}

اعداد جدول به‌صورت میانگین ± انحراف معیار هستند.

* اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند (p>۰/۰۵).

به‌طوری که با افزایش سطوح شیره انگور در نمونه‌های کفیر، شاخص روشنایی (L*) کاهش یافته است. بالاترین میزان L^{*} مربوط به نمونه شاهد با ۷۹/۲ و کمترین آن به نمونه حاوی ٤ درصد شیره انگور به‌میزان ٦۸/۹ مربوط است. شاخص a* با افزایش سطوح شیره انگور نسبت به نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد. کمترین مقدار a* مربوط به نمونه شاهد با میزان ۲/۷- و بیشترین آن مربوط به نمونه حاوی ٤ درصد شیره انگور به‌میزان ۰/۹۵- بود. همچنین، بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی شیره انگور، در مقادیر b^{*} نیز اختلاف معنی‌داری مشاهد شد. بیشترین و کمترین مقدار b^{*} به‌ترتیب مربوط به نمونه حاوی ٤ درصد شیره انگور به‌میزان ۳/۷۰ و نمونه شاهد به‌میزان ۳/۰۱- بود. کارامان و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که افزودن خرمالو به فرمولاسیون بستنی سبب افزایش شاخص قرمزی و زردی و کاهش معنی‌دار شاخص زردی شد. علت افزایش شاخص‌های زردی و قرمزی و همچنین کاهش روشنایی نمونه‌های حاوی منابع قندی را می‌توان به تأثیر رنگ تیره شیره انگور در رنگ نهایی نمونه نسبت داد.

تأثیر منابع قندی بر خواص حسی: همان‌طور که در شکل ٤ مشاهده می‌شود، با افزایش شیره انگور در تهیه ی نوشیدنی تخمیری کفیر، از نظر ارزیابان ویژگی‌های حسی نوشیدنی‌های تهیه شده به شکل معنی‌داری تغییر پیدا کرده است.



شکل ٤- تأثیر شیره انگور بر خواص حسی نوشیدنی تخمیری کفیر.

از نظر طعم، رنگ و پذیرش کلی، نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی ۱ و ۲ درصد شیره انگور تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. از لحاظ قوام، تا سطح ۳ درصد کلیه نمونه‌ها امتیاز مشابه نمونه شاهد داشتند. تنها در سطح ٤ درصد امتیاز قوام کاهش یافت. در ضمن نتایج حاصل از این بخش با نتایج آزمون رئولوژیکی مطابقت نشان داد. سایر مؤلفه‌های مورد بررسی در سطوح ۳ و ٤ درصد شیره انگور نیز تفاوت معنی‌دار نشان دادند، به‌طوری که امتیازهای ارزیابی حسی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

مطابق نتایج حاصل، در نمونه‌های حاوی شیره انگور، فلور میکروبی (باکتری‌های اسیدلاکتیک و مخمر) نسبت به نمونه شاهد افزایش پیدا کرد. کاهش pH و افزایش اسیدیته نیز مؤید فعالیت فلور میکروبی در نمونه‌های حاصل بود. از سوی دیگر، رفتار رئولوژیکی نمونه‌های حاوی شیره انگور نسبت به نمونه شاهد تغییری نکرده و تنها رفتار رقیق‌شوندگی با برش نمونه‌ها شدت یافت. همچنین، نمونه‌های حاوی شیره انگور ویسکوزیته ظاهری بالایی نشان دادند که این افزایش در مورد نمونه‌های حاوی شیره انگور بیشتر بود. به هر حال، با توجه به تأثیر رنگ شیره انگور در نوشیدنی حاصل، امتیاز ارزیابی حسی با افزایش سطوح این منابع قندی (۳ و ٤ درصد) کاهش یافت. با توجه به نتایج به‌دست

آمده می‌توان بیان نمود که هم شیره انگور قابلیت استفاده به‌عنوان محرک رشد در تولید نوشیدنی تخمیری کفیر را دارا می‌باشند. از لحاظ تأثیر روی فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک و مخمر، همچنین تأثیر کمتر روی رنگ، طعم و بررسی پذیرش کلی می‌توان غلظت ۲ درصد شیره انگور را به‌عنوان بهترین منبع قندی برای تولید نوشیدنی تخمیری کفیر در نظر گرفت.

منابع

Abdalmaleki, F., Mazaheri, A.M., and Jahadi, M. 2009. Manufactured whey based beverage using several kefir microflora and its chemical and organoleptic characteristics. Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology, 4, 4: 21-32. (In Persian).

Amiri Aghdaei, S.S., Amiri, M., Rezaei, R., Dadpour, M., and Khomeiri, M. 2010. Effect of isfarzeh and basil seed mucilages on physicochemical rheological and sensory properties of ice cream. Journal Innovation and Research Food Industrial, 1; 1: 23-38. (In persian)

Bensmira, M., and Jiang, B. 2011. Organic acids formation during the production of a novel peanut-milk kefir beverage. British Journal of Dairy Sciences, 2, 1: 18-22.

Cui, X.H., Chen, S-J., Wang, Y., and Han, J-R. 2013. Fermentation conditions of walnut milk beverage inoculated with kefir grains. Food Science and Technology, 50: 349-352.

5.Dimitreli, G., and Antoniou, K.D. 2011. Effect of incubation temperature and caseinates on the rheological behaviour of kefir. Procedia Food Science, 1: 583–588.

6.Karaman, S., Toker, S.Ö., Yüksel, F., Cam, M., Kayacier, A., and Dogan, M. 2013. Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. Journal Dairy Science. 97: 97-100.

Koksoy, A., and Kilic, M. 2003. Effects of water and salt level on rheological properties of Ayran, a Turkish yoghurt drink. International Dairy Journal, 13: 835–839.

Liu, R.J., and Wen Lin, C. 2000. Production of kefir from soymilk with or without added glucose, lactose, or sucrose. Journal of Food Science, 1: 716-719.

Mitschka, P. 1982. Simple conversion of Brookfield R.V.T. readings into viscosity functions. Rheologica Acta, 21: 207–209.

Paraskevopoulou, A., Athanasiadis, I., Blekas, G., Koutinas, A.A., Kanellaki, M., and Kiosseoglou, V. 2003. Influence of polysaccharide addition on stability of a cheese whey kefir-milk mixture. Food Hydrocolloids, 17(5): 615-620.

Parvane, V. 1995. Quality control and chemical expriments of food products. Tehran university.press; 70-110. (In persian)

Penna, A.L.B., Sivieri, K., and Oliviera, M.N. 2001. Relation between quality and rheological properties of lactic beverages. Journal of Food Engineering, 49: 7–13.

EJFPP, Vol. 6 (2): 35-49
http://ejfpp.gau.ac.ir

Effect of grape juice on the rheological, physicochemical and microbial characteristics of kefir beverage

A.R. Sadeghi Mahoonak[1] and *M. Rahbari[2]
[1]Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, University of Gorgan, Gorgan, Iran, [2]Ph.D. Student, Dept. of Food Engineering, University of Gorgan, Gorgan, Iran.
Received: 09/05/2014; Accepted: 14/11/2014

Abstract

Kefir is a fermented beverage made from milk which is high in probiotic. In this study the effect of addition of grapes juice at levels of 0, 1, 2, 3 and 4 percent on the microbial, physicochemical, rheological and sensory characteristics of kefir beverages was studied. The results showed that microbial flora, acidity index, redness, yellowness and apparent viscosity increased and the lightness and the pH value decreased by increasing grape juice levels. In order to the rheological results, by increasing the shear rate, the viscosity of all samples fell and, all samples exhibited shear thinning behavior under steady shear. Also, the Power low model showed the best fit with Kefir beverage. Sensory scores decreased by increasing grape juice levels (3 and 4 %). In overall, based on impact on lactic acid bacteria, yeast activity, color and flavor which are influenced by lactic acid bacteria activity, 2% concentration of grapes juice can be considered as the best level of grape juice to produce kefir beverage.

***Keywords*:** Kefir, Grape syrup, Microbial flora, Rheology

*Corresponding author; mahshidrahbari@yahoo.com