

بررسی اثر سطوح مختلف زنجبیل و آب ماست بر خصوصیات فیزیکی-شیمیایی و حسی هویج تخمیری

فاطمه ژانداری^۱، فخری شهیدی^{۲*}، محمدجواد وریدی^۳، فریده طباطبایی یزدی^۴،
محمد رضا عدالتیان دوم^۵، سحر روشنگر^۶

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۴- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۵- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۶- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲۳)

چکیده

تخمیر، از قدیمی‌ترین روش‌های فراوری و نگهداری مواد غذایی بوده و براساس فعالیت زیستی میکروارگانیسم‌ها در جهت بهبود ویژگی‌های حسی، ارگانولپتیکی و تغذیه‌ای مواد غذایی و تولید متابولیت‌هایی با قابلیت ممانعت کنندگی از رشد فلور میکروبی نامطلوب در مواد غذایی، صورت می‌گیرد. در نتیجه فراورده‌های تخمیری معمولاً دارای زمان ماندگاری بالاتری نسبت به مواد خام بوده و اثرات مثبتی بر سلامتی دارند. در این پژوهش اثر افزودن زنجبیل در سطوح ۴ و ۸ درصد و آب ماست به میزان صفر و ۳ درصد بر ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و حسی هویج تخمیری طی زمان‌های صفر، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ روز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزودن ۴ درصد زنجبیل، pH، شمارش کپک و مخمر و شاخص L^* کاهش؛ اما میزان اسیدیته، شمارش کلی، شمارش باکتری‌های اسیدلاکتیک، شاخص‌های رنگی a^* و b^* و پذیرش کلی افزایش یافت. در مقابل، افزودن ۸ درصد زنجبیل تأثیر منفی بر شاخص‌های مورد بررسی داشت و سبب کاهش پذیرش کلی و شمارش باکتری‌های اسیدلاکتیک شد. افزودن آب ماست در سطح ۳ درصد، منجر به کاهش pH، شمارش کپک و مخمر و شاخص L^* و افزایش اسیدیته، شمارش کلی، شاخص‌های رنگی a^* و b^* و پذیرش کلی شد. در نمونه‌ی فاقد آب ماست و زنجبیل از ابتدا تا انتهای دوره‌ی نگهداری، به‌طور پیوسته میزان pH، شمارش کلی و شمارش کپک و مخمر افزایش و میزان اسیدیته و پذیرش کلی کاهش یافت. در حالی که در نمونه‌های حاوی زنجبیل و آب ماست، با افزایش زمان تخمیر تا روز شانزدهم میزان pH و شمارش کپک و مخمر کاهش و شمارش کلی، باکتری‌های اسیدلاکتیک، اسیدیته و پذیرش کلی افزایش یافت. با توجه به نتایج این پژوهش، استفاده از ۴ درصد زنجبیل، ۳ درصد آب ماست و زمان تخمیر شانزده روز برای افزایش زمان ماندگاری و تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک و بهبود ویژگی‌های حسی هویج تخمیری، توصیه می‌گردد.

کلید واژگان: هویج، تخمیر، زنجبیل، آب ماست، زمان ماندگاری

* مسئول مکاتبات: fshahidi@um.ac.ir

۱- مقدمه

قرن‌هاست که از تخمیر برای حفاظت و بهبود ویژگی‌های حسی و تغذیه‌ای حبوبات، میوه‌ها، سبزی‌ها، شیر و گوشت استفاده می‌شود. از این رو فراورده‌های تخمیری منبع سرشاری از میکروارگانیزم‌های مختلف به ویژه باکتری‌های اسیدلاکتیک هستند که ممکن است برخی از آن‌ها ویژگی‌های پروبیوتیکی نیز داشته باشند [۱]. تجزیه کربوهیدرات‌ها توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت بوده و تابع محیط کشت، pH، اکسیژن، دما و زمان تخمیر است [۲، ۳]. از ویژگی‌های بارز تخمیر لاکتیکی افزایش باکتری‌های اسیدلاکتیک در طی دوره تخمیر و تولید انواع اسیدهای آلی و کاهش مواد ضد تغذیه‌ای از جمله فیتات‌ها، اگزالات، تانن و عوامل به دام اندازنده^۱ فلزات است [۴]. باکتری‌های اسیدلاکتیک موجب افزایش ایمنی و ماندگاری مواد غذایی می‌گردند، زیرا نقش آنتاگونیستی قوی در برابر میکروارگانیزم‌هایی نظیر *Staphylococcus aureus*، *Escherichia coli* و جنس‌های *Clostridium*، *Bacillus*، *Listeria* و سایر میکروارگانیزم‌های عامل فساد مواد غذایی و مسمومیت دارند [۵، ۶]. مواد غذایی حاوی باکتری اسیدلاکتیک و پروبیوتیک که به صورت صنعتی تولید می‌شوند، بیشتر فراورده‌های لبنی هستند، اما با توجه به مشکلاتی مانند عدم تحمل لاکتوز که گاهی بر اثر مصرف این فراورده‌ها در برخی افراد ایجاد می‌گردد و یا کلسترول در فراورده‌های لبنی که مصرف آن‌ها برای برخی افراد، مانند افراد سالخورده مشکل‌ساز است [۷، ۸]، می‌توان از میوه‌ها و سبزی‌ها به‌عنوان سوبسترای ایده آل برای کشت باکتری‌های اسیدلاکتیک استفاده نمود [۹]. از آنجاکه میوه‌ها و سبزی‌ها ذاتاً دارای مواد مغذی مفیدی مانند مواد معدنی، ویتامین‌ها، فیبرهای رژیمی و آنتی‌اکسیدان‌ها بوده و فاقد آلرژن‌های فراورده‌های لبنی هستند، امروزه موردتوجه پژوهشگران جهت توسعه فراورده‌های تخمیری مفید قرار گرفته‌اند [۱۰، ۱۱]. تولید فراورده‌های تخمیری بر پایه سبزی‌ها به علت ویژگی‌های درمانی و سلامتی بخش می‌تواند بر سلامت افراد جامعه تأثیرگذار باشد [۱۲]. برای مثال هویج ارزش تغذیه‌ای بالایی داشته و منبعی غنی از بتاکاروتن است. از آن‌جا که

نگهداری هویج مانند سایر سبزی‌ها به دلیل اسیدپایه پایین و فسادپذیری بالا، دشوار است، با تخمیر آن فراورده‌ای مغذی، سالم و خوش‌طعم تولید می‌گردد. تخمیر هویج ممکن است به دو روش کنترل‌شده (توسط کشت آغازگر) و یا خود به خودی (فلور میکروبی خود هویج) صورت گیرد [۱۳]. زنجبیل نیز دارای مقدار زیادی مواد مغذی از جمله اسیدهای آمینه، نشاسته، ویتامین و جینجرونها^۲، فلاندرین^۳، سیترال^۴، لینالول^۵، آلفاکامفول^۶ و جینجرفرول^۷ است؛ بنابراین می‌تواند به‌عنوان تقویت‌کننده سیستم ایمنی بدن، ضد تومور، سم‌زدا و عامل ضد میکروبی مورد استفاده قرار گیرد [۱۳].

از سوی دیگر فرایندهای تخمیری در بسیاری موارد جهت زیست پالایی^۸ و کاهش پسماندها و پساب‌های مفید نظیر آب پنیر و آب ماست [۱۴] و پسماندها و پساب‌های مضر نظیر فاضلاب کارخانه‌های صنایع غذایی [۱۵] به کار می‌روند. آب ماست محصول جانبی صنعت لبنیات (واحدهای تولیدکننده ماست چکیده) است که با انعقاد و جداسازی کازئین از شیر پرچرب یا کم‌چرب به دست می‌آید و حاوی لاکتوز (۵-۴ درصد وزنی حجمی) پروتئین‌های محلول، چربی؛ نمک‌های معدنی، میزان اندکی اسیدهای آلی، نیتروژن غیر پروتئینی^۹ (NPN) و ویتامین‌ها بوده [۱۶] و به‌عنوان ماده اولیه حاوی کشت آغازگر برای تولید فراورده‌های زیستی مناسب است [۱۷]. هدف از این پژوهش دستیابی به فرمول بهینه جهت تولید هویج تخمیری با خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی و حسی مناسب و زمان ماندگاری بالا، با استفاده از درصد‌های مختلف آب ماست و زنجبیل، بوده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تولید هویج تخمیری

جهت تهیه فراورده، هویج (*Daucus carota*) و زنجبیل (*Zingiber officinale*) به صورت تازه تهیه و پس از

2. Zingiberene
3. Phellandrene
4. Citral
5. Linalool
6. α-Camphol
7. Ginger Phenol
8. Bioremediation
9. Non Protein Nitrogen

1. Chelating Agent

گردید. پارامترهای مورد بررسی شامل رنگ، بافت، طعم و پذیرش کلی بود. در این آزمایش ارزیاب‌ها در محیط مخصوص با نور کافی و در شرایط یکسان ارزیابی حسی انجام دادند، از آن‌ها خواسته شد بعد از انجام هر تست دهان خود را با آب بشویند. نمونه‌ها با درصدهای مختلف زنجبیل و آب ماست در اختیار هر ارزیاب قرار گرفت [۲۰].

۲-۵- اندازه‌گیری بریکس

میزان بریکس نمونه‌های در هر تناوب زمانی توسط رفاکومتر اندازه‌گیری شد. پس از تنظیم رفاکومتر با آب مقطر، چند قطره از نمونه با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد روی منشور رفاکومتر قرار گرفت [۲۱].

۲-۶- آزمون‌های میکروبی

برای تهیه رقت‌های لازم از فراورده، در هر تناوب به‌طور مجزا ۱۰ گرم از محتویات هر ظرف، درون کیسه مخصوص استومکر (ساخت شرکت Interscience فرانسه) ریخته و به مدت ۵ دقیقه با دور ۲۶۰ دور در دقیقه توسط دستگاه استومکر (Seward، انگلستان) مخلوط شد. سپس محتویات هر کیسه به ارلن حاوی ۹۰ mL سرم فیزیولوژی استریل منتقل و رقت سازی سریالی تا 10^{-8} انجام پذیرفت. برای شمارش کلی باکتری‌ها، از تمامی رقت‌های حاصل بر روی محیط کشت پلیت کانت آگار ^۱ (PCA) کشت سطحی (۱/۰ روی هر پلیت) به عمل آمد. پس از ۴۸ ساعت گرمخانه در دمای 30°C کلنی‌ها شمارش شدند [۲۲]. شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک با روش کشت آمیخته ^۲ ۱ mL از هر رقت در محیط MRS آگار انجام شد [۲۳]. شمارش کپک و مخمر با استفاده از روش کشت خطی (۱/۰ روی هر پلیت) روی محیط YGC^۳ آگار و گرمخانه گذاری در دمای 25°C به مدت ۳ تا ۵ روز انجام پذیرفت [۲۴].

۲-۷- آنالیز داده‌ها یا روش آماری و تحلیل نتایج

این پژوهش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در قالب آرایش فاکتوریل انجام پذیرفت. آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS^۴ نسخه ۲۲ و آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح ۹۵ درصد انجام پذیرفت.

شستشو، رنده شدند. آب ماست از صاف کردن ماست خریداری شده از فراورده‌های صنایع غذایی صباح مشهد، توسط پارچه صافی تمیز به‌دست آمد و از نمک کلرورسدیم با گرید خوراکی استفاده شد. زنجبیل در سه سطح صفر، ۴، ۸ درصد، آب ماست در دو سطح صفر و ۳ درصد، و نمک به میزان ۲٪ (ثابت) با هویج رنده شده مخلوط و به این ترتیب با در نظر گرفتن شش تناوب زمانی و دو تکرار، تعداد ۷۲ عدد نمونه تهیه و در ظروف استریل ۸۰۰ گرمی پر گردیدند. درب ظروف محکم بسته شده و در انکوباتور با دمای 25°C تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۲ روز نگهداری شدند. آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی در تناوب‌های زمانی صفر، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۳۲ روز روی فراورده انجام شد.

۲-۲- اندازه‌گیری pH و اسیدیته فراورده

برای این منظور ۱۰ mL از نمونه در مجاورت فنول فتالین با سود ۱ درصد نرمال تا بی‌رنگ شدن محلول تیترو حجم مصرفی در زمان بی‌رنگ شدن (از ارغوانی به بی‌رنگ) ثبت گردید؛ درصد اسیدیته برحسب اسیدلاکتیک با استفاده از فرمول $(N \times V \times 9) / 10$ (N نرمالیت سود مصرفی و V حجم سود مصرفی) محاسبه شد [۱۸]. pH با استفاده از pH متر (Testo230، آلمان) اندازه‌گیری گردید.

۲-۳- ارزیابی رنگ

رنگ نمونه‌های تولید شده با استفاده از دستگاه هانتربل (Konica Minolta, Japan) ارزیابی شدند. ابتدا نمونه‌ها در ظرف مخصوص ریخته شد به نحوی که کف ظرف کاملاً پوشیده شود. در نهایت مقادیر L^* ، a^* و b^* تعیین گردید. L^* شاخص روشنایی محصول بوده و مقدار آن از صفر (رنگ سیاه) تا ۱۰۰ (رنگ سفید) متغیر است. a^* و b^* به ترتیب میزان قرمزی/سبزی و زرد/آبی نمونه را مشخص می‌کنند، که مقادیر مثبت a^* شاخص قرمزی و مقادیر منفی آن شاخص سبزی و مقادیر مثبت b^* شاخص زردی و مقادیر منفی شاخص میزان آبی بودن نمونه است [۱۹].

۲-۴- ارزیابی حسی

آزمون حسی توسط ۱۰ ارزیاب آموزش‌دیده در طی دوره ۳۲ روز انجام شد. برای ارزیابی حسی از روش هدونیک ۵ نقطه استفاده

1. Plate Count Agar

2. Pure Plate

3. Yeast Extract Glucose Chloramphenicol

4. Statistical Package for Social Sciences

۳- نتایج و بحث

اسیدیته و pH از ویژگی‌های مهمی هستند که بر طعم و مزه، قابلیت نگهداری و نوع میکروارگانیسم‌های غالب در فرآورده تأثیر می‌گذارند. نتایج نشان داد تغییرات اسیدیته برای تمام نمونه‌ها روندی عکس تغییرات pH داشت (شکل ۱ و ۲) و افزودن زنجبیل در سطح ۴ درصد و ۸ درصد به ترتیب باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته فرآورده تخمیری شد ($P < 0.05$). کاهش pH فرآورده تخمیری حاوی ۴ درصد زنجبیل ممکن است به دلیل اثر سینرژیستی زنجبیل بر رشد باکتری اسید لاکتیک هویج باشد که مربوط به اثر ممانعت کنندگی زنجبیل بر رشد میکروارگانیسم‌های ناخواسته و فراهم آمدن شرایط مناسب برای رشد باکتری‌های اسید لاکتیک است. از طرف دیگر، افزودن ۸ درصد زنجبیل به دلیل خاصیت ضد میکروبی جینجرول موجود در زنجبیل بر خاصیت سینرژیستی ذکرشده غلبه کرده؛ از رشد باکترهای اسید لاکتیک موجود در سیستم جلوگیری نموده و لذا pH فرآورده

تخمیری افزایش یافت [۲۵]. مطالعات بسیاری استفاده از ادویه‌ها و باکتری‌های اسید لاکتیک یا پالوده آن‌ها را برای ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌های ناخواسته در غذاهای تخمیری که منجر به افزایش عمر ماندگاری این غذاها می‌گردد، بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیق گرمیو و همکاران (۲۰۱۵)، نشان داد که به کار بردن زنجبیل و پالوده باکتری‌های اسید لاکتیک تأثیر معنی‌دار بر افزایش عمر ماندگاری نوعی پنیر کاتیج سنتی کشور اتیوپی دارد [۲۶]. این امر می‌تواند به علت تحریک رشد باکتری‌های اسید لاکتیک و یا تحریک تولید باکتریوسین‌ها [۲۷]، در حضور غلظت‌های پایین زنجبیل باشد [۲۸]. همچنین نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که افزودن آب ماست سبب کاهش pH فرآورده تخمیری شد ($P < 0.05$). علت آن احتمالاً علاوه بر pH پایین آب ماست، فعالیت باکتری‌های آغازگر ماست است که در آب ماست حضور داشته و فعالیت آن‌ها سبب کاهش pH فرآورده تخمیری می‌گردد [۲۹].

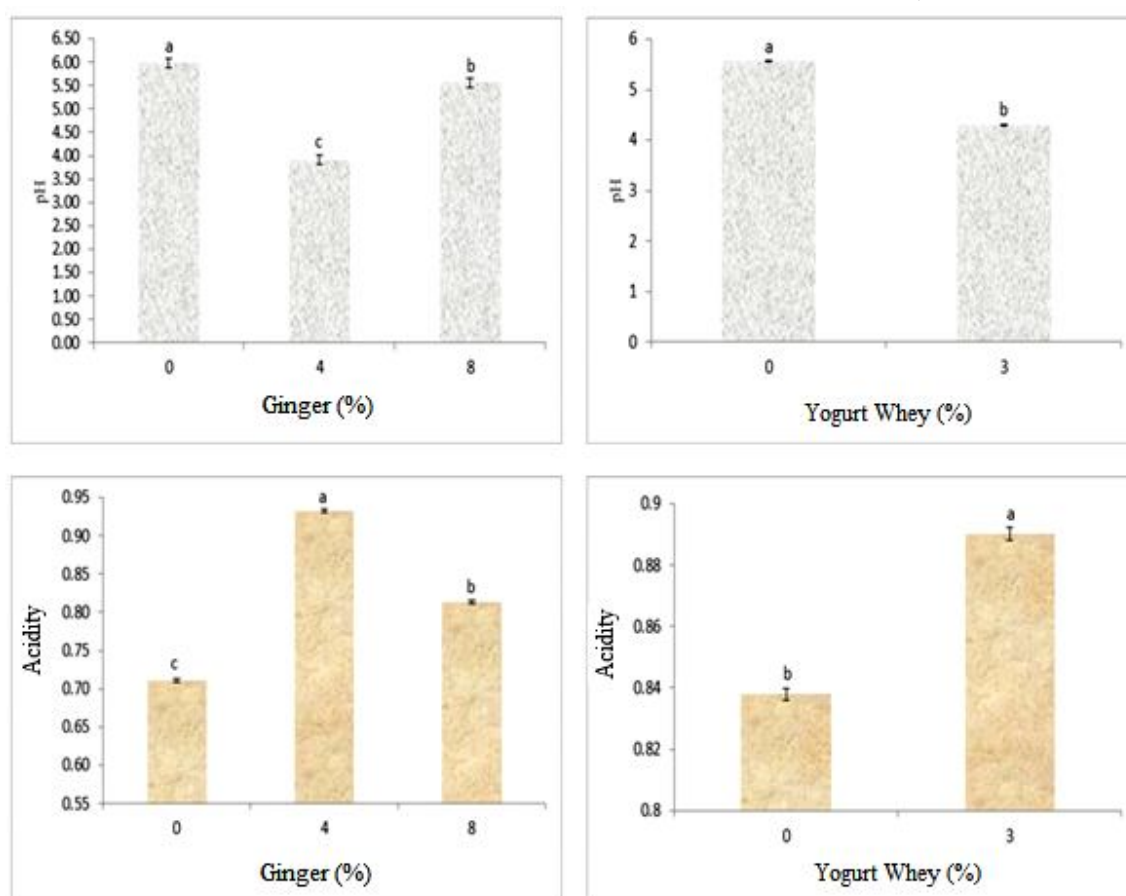


Fig 1 The effect of different levels of ginger and yoghurt whey on pH and acidity of fermented carrot.

اسید لاکتیک جلوگیری شد؛ بنابراین، اسیدیته کاهش و pH فراورده تخمیری افزایش یافت. همچنین، کاهش pH فراورده تخمیری تا روز شانزدهم، خود به عنوان یک عامل بازدارنده از تخمیر لاکتیکی عمل کرده و از این رو pH فراورده تخمیری افزایش می‌یابد [۳۰]. مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که pH پایین محیط می‌تواند باعث کاهش سرعت رشد و افزایش فاز تاخیری گردد.

به طور کلی میزان pH و اسیدیته در نمونه‌های دارای زنجبیل و آب ماست تا روز شانزدهم کاهش و سپس افزایش یافت (شکل ۲). این مشاهده را می‌توان چنین توجیه نمود که تا روز شانزدهم به دلیل کافی بودن مواد مغذی میکروارگانیسم‌ها فعالیت کرده و در نتیجه اسیدیته افزایش و pH فراورده تخمیری کاهش یافته است. اما بعد از روز شانزدهم با کم شدن مواد مغذی، رقابت بین باکتری‌های اسید لاکتیک افزایش یافته و بنابراین از رشد باکتری

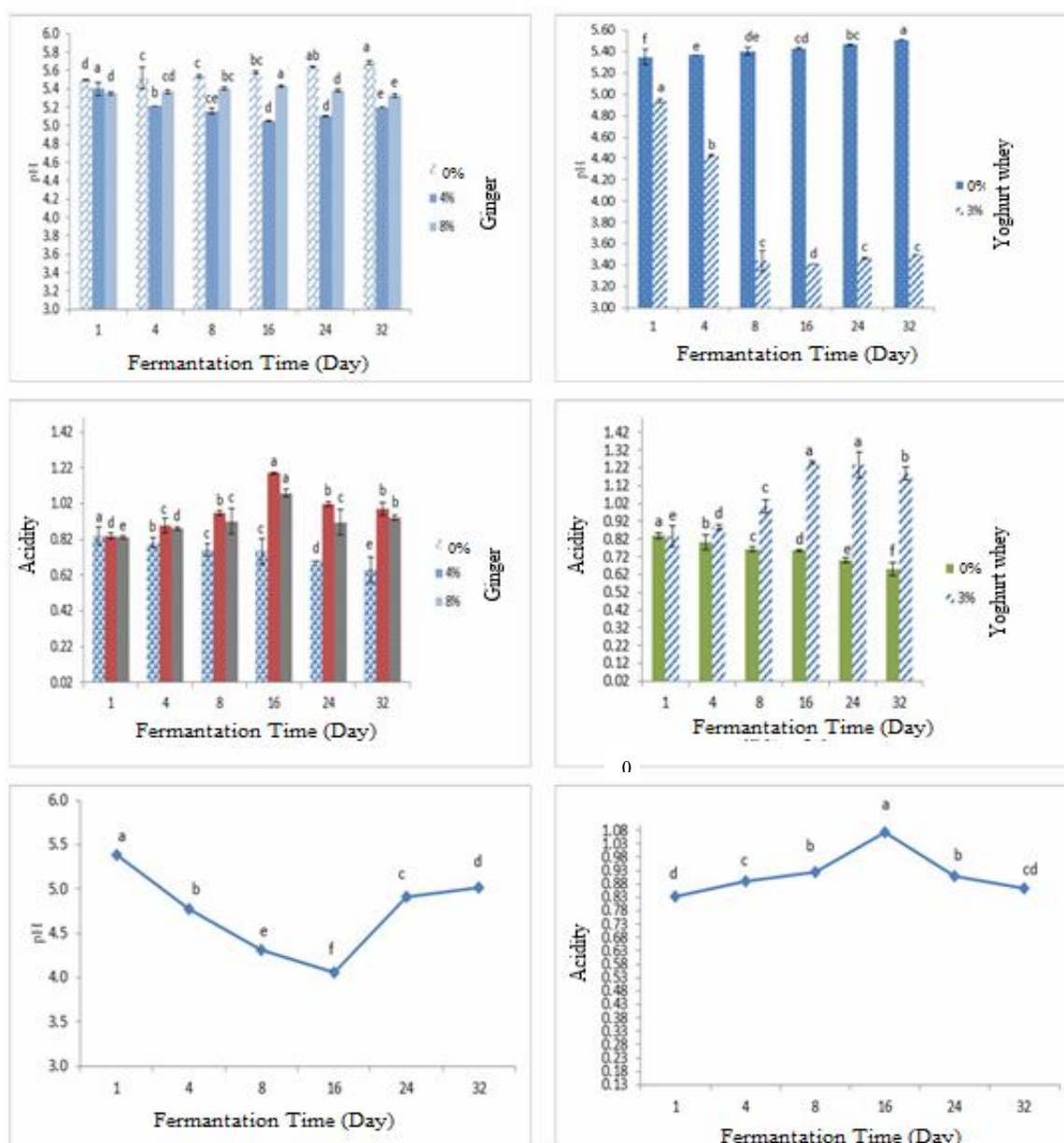


Fig 2 The effect of different levels of ginger and yoghurt whey on pH and acidity of fermented carrot during fermentation; overall changes in pH and acidity during time.

آن را تا محدوده‌ی استاندارد کاهش داد که می‌تواند بر افزایش قابلیت نگهداری هویج تأثیر مثبتی بگذارد. مطالعه نایک و همکاران (۲۰۰۹) و ماناسی و همکاران (۲۰۱۳) به ترتیب در بررسی نوشیدنی تهیه‌شده بر پایه آب هندوانه و آب‌پنیر و نوشیدنی پروبیوتیکی بر پایه آب‌پنیر و آب آناناس، حاکی از آن بود که میزان pH در طی نگهداری کاهش و اسیدیته افزایش پیدا کرد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد [۲۹، ۳۳].

به طور کلی با پیشرفت زمان تخمیر میزان اسیدیته و بریکس افزایش یافته و pH دچار کاهش گردید. افزایش میزان بریکس در نمونه حاوی ۴ درصد زنجبیل تا روز شانزدهم بیشترین میزان افزایش را داشت (جدول ۲). به طور کلی بیشترین میزان بریکس مربوط به فراورده دارای بیشترین میزان اسیدیته و کمترین میزان بریکس مربوط به فراورده با اسیدیته پایین می‌باشد. که این امر می‌تواند به علت تغییر ساختار بافت هویج و دیواره‌های سلولی در شرایط اسیدی و اسیدیته بالا و در نتیجه، نشت مواد جامد محلول از ساختار مواد تشکیل‌دهنده به خارج فراورده و یا افزایش تولید متابولیت‌های تولید شده باشد [۳۴، ۳۵].

این مرحله کاملاً برای تمامی میکروارگانیسم‌هایی که فعالیت متابولیکی شامل مصرف قند و تولید اسید پایین دارند، قابل شناسایی است. با افزایش رقابت بین باکتری‌های اسید لاکتیک این گونه‌های باکتریایی از اسیدهای آلی مانند اسید لاکتیک و اسید سیتریک به عنوان منبع اصلی کربن استفاده کرده و موجب متابولیزه شده آنها می‌شوند [۳۱].

از طرفی، مطالعه موسوی و همکاران (۲۰۱۱) در مورد تخمیر آب انار به کمک باکتری‌های اسید لاکتیک پروبیوتیک نشان داد که اسید لاکتیک تولیدشده توسط این باکتری‌ها پس از روز شانزدهم، به اندازه اسیدهای آلی مصرف شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک نبوده و در نتیجه، پس از طی مدت زمان مشخص، میزان اسیدیته کاهش و pH افزایش می‌یابد [۳۲].

جدول یک pH و اسیدیته فراورده هویج تخمیری را طی زمان نشان می‌دهد. با توجه به اینکه pH مواد غذایی تخمیری ۴/۵- ۳/۵ می‌باشد؛ می‌توان اظهار داشت که نمونه‌ی هویج فاقد زنجبیل یا آب ماست به دلیل pH بالاتر و اسیدیته کمتر در معرض فساد بیشتری می‌باشد. درحالی‌که افزودن ۴ درصد زنجبیل و یا ۳ درصد آب ماست به همراه تخمیر در طی شانزده روز تخمیر، pH

Table 1 Results of pH and acidity measurement of sample without ginger and yoghurt whey

Day Parameter	0	4	8	16	24	32
pH	5.5± 0.01 ^a	5.44± 0.02 ^b	5.51± 0.05 ^b	5.64± 0.01 ^{cd}	5.96± 0.01 ^d	6.09± 0.01 ^d
Acidity	0.09± 0.002 ^a	0.45± 0.02 ^b	0.93± 0.02 ^c	0.83± 0.001 ^{cd}	0.72± 0.002 ^d	0.65± 0.05 ^d

The means with same alphabetic letters don't have significant difference (p>0.05).

Table 2 The effect of different levels of ginger and yoghurt whey on Brix of fermented carrot during fermentation.

Sample	Replacement (%)	Day					
		0	4	8	16	24	32
Conrol	-	8.3± 0.2 ^{cB}	8.6± 0.1 ^{cB}	9± 0.09 ^{bB}	9.8± 0.07 ^{aA}	9.6± 0.1 ^{aB}	9.7± 0.2 ^{aA}
Ginger	4	8.9± 0.1 ^{cA}	9.3± 0.2 ^{bA}	9.5± 0.2 ^{bA}	9.9± 0.1 ^{aA}	10± 0.3 ^{aA}	9.9± 0.4 ^{aA}
Ginger	8	7.8± 0.3 ^{cC}	8± 0.3 ^{bC}	8.4± 0.3 ^{bC}	8.7± 0.1 ^{aB}	8.8± 0.09 ^{aB}	8.8± 0.08 ^{aB}
Yoghurt Whey	3	7.9± 0.3 ^{dC}	8.1± 0.2 ^{cC}	8.5± 0.3 ^{bC}	9± 0.07 ^{aB}	9.1± 0.09 ^{aC}	9.1± 0.3 ^{aB}

The means with same alphabetic letters don't have significant difference (p>0.05).

گردید ($p < 0.05$). این موضوع احتمالاً به دلیل فلور میکروبی خود زنجبیل و اثر سینرژیستی این سطح از زنجبیل بر رشد باکتری‌های اسید لاکتیک باشد. درواقع در ۴ درصد زنجبیل، فعالیت ضد میکروبی جینجیول مشاهده نشد.

شکل ۳، تأثیر سطوح مختلف زنجبیل، آب ماست و زمان تخمیر را بر شمارش کلی، و همچنین کپک‌ها و مخمرها نشان می‌دهند. شکل ۴، نیز نشان‌دهنده اثر متقابل آب ماست و زنجبیل بر شمارش کلی است. نتایج شمارش کلی نشان داد که افزودن ۴ درصد زنجبیل سبب افزایش معنی‌دار این پارامتر

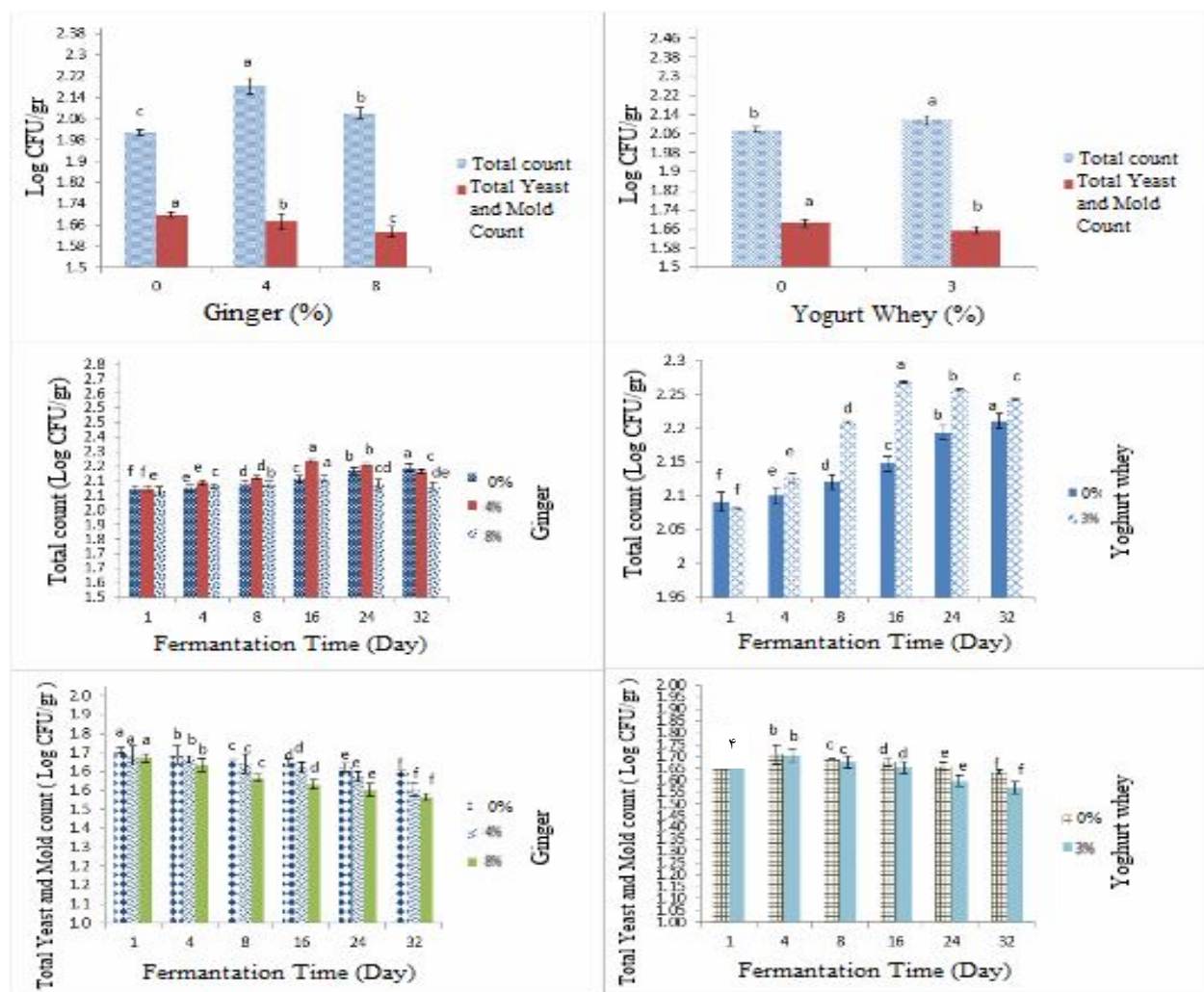


Fig 3 The effect of different levels of ginger and yoghurt whey on total count and total yeast and mold count of fermented carrot during fermentation.

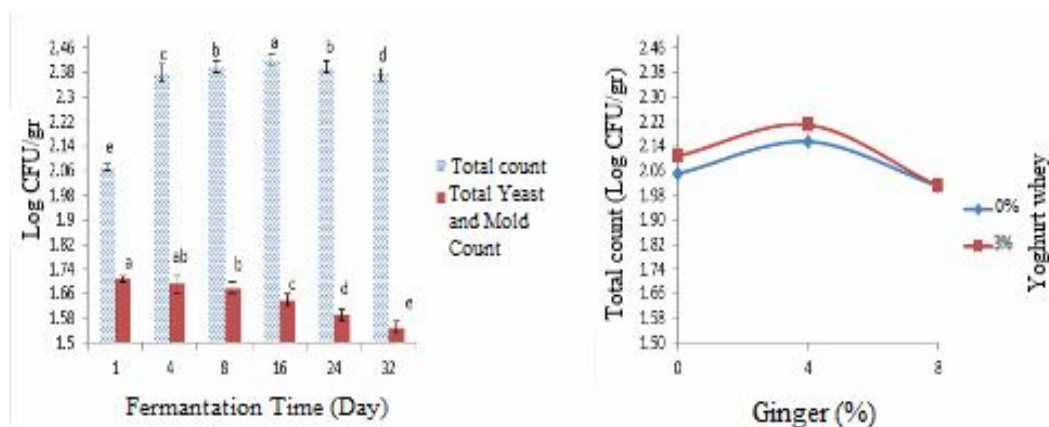


Fig 4 Changes in the total yeast and mold count during fermentation and the interaction of ginger and yoghurt whey on the total count.

کرده و باعث افزایش رشد باکتری‌ها و در نتیجه افزایش شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها گردید. با افزایش زمان تخمیر تا روز شانزدهم مقدار شمارش کلی افزایش و سپس تا روز ۳۲ کاهش یافت. اما تعداد کپک‌ها و مخمرها از روز اول تا روز آخر کاهش نشان داد. نتایج نشان‌دهنده این است که جمعیت میکروبی غالب در نمونه‌ها پس از دوره‌های مختلف تخمیر از نوع باکتریایی است. در خصوص نمونه شاهد مشاهده شد با افزایش زمان تخمیر میزان شمارش کلی و میزان کپک و مخمر از ابتدا تا انتهای دوره نگهداری به طور معنی‌داری افزایش یافته است (جدول ۴). بیشترین میزان بار میکروبی مربوط به روز ۳۲ و کمترین میزان مربوط به روز اول بود. لازم به ذکر می‌باشد که شمارش کلی در روز نخست مربوط به فلور میکروبی طبیعی موجود در هویج است.

این در حالی است که افزایش سطح زنجبیل به ۸ درصد سبب کاهش معنی‌دار شمارش کلی شد ($p < 0.05$)؛ که این امر مربوط به ویژگی ضد میکروبی جینجرول موجود در زنجبیل می‌باشد. از طرف دیگر، نتایج نشان داد افزودن زنجبیل به‌طور معنی‌داری سبب کاهش میزان کپک و مخمر در نمونه‌ها شد ($p < 0.05$)؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت زنجبیل هم بر باکتری‌ها و هم بر قارچ‌ها اثر ضد میکروبی دارد؛ به‌طوری‌که کمترین مقدار کپک و مخمر در نمونه حاوی ۸ درصد زنجبیل مشاهده شد. افزودن آب ماست سبب کاهش معنی‌دار مقدار کپک و مخمر گردید ($p < 0.05$). همچنین افزایش شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها نیز ممکن است به دلیل وجود باکتری‌های اسید لاکتیک و دیگر میکروارگانیسم‌های موجود در آب ماست باشد. از طرف دیگر آب ماست به‌عنوان ماده مغذی جهت رشد میکروارگانیسم‌ها عمل

Table 3 Results of total count and total yeast and mold count of sample without ginger and yoghurt whey

Day Parameter	0	4	8	16	24	32
Total Cont (Log CFU/gr)	45± 2 ^a	112± 2 ^b	143± 2 ^{bc}	176± 1 ^{cd}	190± 1 ^d	193± 1 ^d
Total Yeast and Mold Count (Log CFU/gr)	62± 3 ^a	76± 2 ^b	83± 1 ^c	99± 1 ^d	102± 3 ^e	112± 2 ^f

The means with same alphabetic letters don't have significant difference ($p > 0.05$).

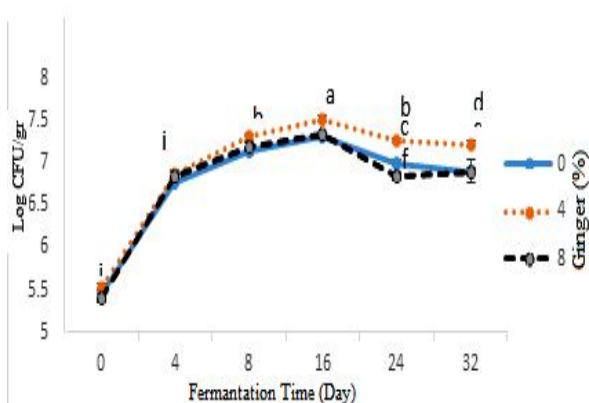


Fig 5 The effect of different levels of ginger and yoghurt whey on growth of the lactic acid bacteria of fermented carrot during fermentation.

شکل ۵، اثر سطوح مختلف زنجبیل، آب ماست و زمان تخمیر را بر رشد باکتری‌های اسید لاکتیک نشان می‌دهد. به‌طور کلی افزودن زنجبیل سبب افزایش رشد باکتری‌های اسید لاکتیک شد. بیشترین تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک در نمونه‌ی حاوی ۴ درصد زنجبیل مشاهده گردید؛ در حالی که افزایش سطح زنجبیل به ۸ درصد سبب کاهش رشد باکتری‌های اسید لاکتیک شد. این نتایج با یافته‌های مربوط به pH، اسیدیته و شمارش کلی نیز مطابقت داشت. در ارتباط با تأثیر زمان تخمیر بر رشد باکتری‌های اسید لاکتیک نیز مشاهده شد تا روز شانزدهم (تناوب زمانی چهارم) رشد باکتری‌ها افزایش یافت و سپس تا آخر دوره نگهداری روند کاهشی مشاهده گردید. این نتایج با نتایج حاصل از سایر آزمایش‌ها هم‌خوانی داشت.

تحقیقات نشان داده است که باکتری‌های اسید لاکتیک توانایی تحمل pH پایین و شرایط اسیدیته بالا در سایر فرآورده‌های تخمیری را نیز ندارند و زنده‌مانی خود را به طور کامل بعد از ۲ هفته نگهداری از دست می‌دهند [۳۶]. شیخ قاسمی و همکاران

(۲۰۱۴) نشان دادند که در طول نگهداری باکتری‌های اسیدلاکتیک در تیمارهای آب سیب به صورت آزاد و کپسوله شده، به ترتیب ۱ و ۲ سیکل لگاریتمی کاهش و در تیماری که pH آن توسط آب پنیر روی ۴/۴ تنظیم شده حدود ۰/۵ سیکل لگاریتمی افزایش یافت [۳۷]. به‌طور کلی بقای سلولی بسته به گونه میکروارگانیسم، برهم‌کنش مابین گونه‌های موجود، شرایط محیط کشت، محتوی اکسیژن، اسیدیته نهایی محصول و غلظت اسید لاکتیک و سایر متابولیت‌ها بستگی دارد [۳۸]. برخی محققان گزارش کرده‌اند که کاهش رشد و بقای بعضی از باکتری‌های اسیدلاکتیک در فراورده‌های تخمیری نظیر ساورکرات به دلیل عدم وجود برخی مواد موردنیاز برای رشد باکتری و وجود برخی مواد بازدارنده در آن است [۳۹]. از طرفی برخی دیگر از محققان نشان داده‌اند کاهش رشد برخی از گونه‌های باکتری‌های اسیدلاکتیک در فراورده‌های تخمیری که از میوه‌هایی چون توت فرنگی، انار، انگور و سبزی-های چون گوجه فرنگی و هویج به دست می‌آیند، به دلیل حضور برخی ترکیبات بازدارنده از جمله ترکیبات فنولی است [۴۰، ۳۲]. بنابراین نتایج حاصل از این تحقیق با تحقیقات دیگر محققان مطابقت داشت.

شکل‌های ۶ تا ۸، تأثیر سطوح مختلف زنجبیل، آب ماست و زمان تخمیر را بر مؤلفه‌های رنگ نشان می‌دهد. رنگ فراورده غذایی از مهم‌ترین خصوصیات است که بر پذیرش مصرف‌کنندگان تأثیر می‌گذارد. سه ترکیب عمده تشکیل دهنده رنگ زرد زنجبیل به ترتیب کورکومین^۱، دمتوکسی کورکومین^۲ و ۶-دهیدروجینجردیون^۳ هستند. این رنگدانه‌ها متعلق به خانواده دی آریل هپتانوئید^۴ (دو حلقه آروماتیک که با یک زنجیره ۷ کربنه به یکدیگر متصل می‌شوند) که یک زانتوفیل کاروتنوئید^۵ است، هستند [۴۱]. رنگ‌دانه‌های کلروفیل حساس به حرارت و اسید هستند؛ اما در مقابل قلیا پایدارند. درحالی‌که رنگ‌دانه‌های کاروتنوئیدی به نور و اکسیداسیون حساس هستند و در برابر

حرارت از خود مقاومت نشان می‌دهند. کاروتنوئیدها در اثر آنزیم لیپوکسیژناز که مسئول اکسیداسیون چربی‌هاست، رنگ خود را از دست می‌دهند [۳۴]. از فعالیت این آنزیم با کاهش اسیدیته محیط، کاسته می‌شود [۴۲]. نتایج پژوهش حاضر نشان داد با افزودن ۴ درصد زنجبیل اندیس‌های a^* و b^* افزایش یافته؛ در حالیکه با افزایش سطح زنجبیل به ۸ درصد اندیس‌های a^* و b^* کاهش یافتند (شکل‌های ۶ و ۷). همچنین افزودن زنجبیل در سطح ۴ و ۸ درصد منجر به کاهش اندیس L^* شد؛ بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد، به‌طور کلی با افزودن زنجبیل میزان روشنایی فراورده کاهش و میزان قرمزی و زردی آن افزایش می‌یابد. این امر به دلیل ماهیت رنگی خود زنجبیل است. با توجه به نتایج آزمون pH و اسیدیته، با افزودن ۴ درصد زنجبیل میزان اسیدیته فراورده افزایش نشان داد؛ بنابراین می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که با افزایش میزان اسیدیته فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز کاهش یافته و به تبع آن شاخص‌های a^* و b^* افزایش اما شاخص L^* کاهش نشان داد. با اضافه شدن زنجبیل به میزان ۸ درصد، اسیدیته کاهش و در نتیجه فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز افزایش و روند تغییرات فوق به حالت عکس درآمد. به این معنی که میزان a^* و b^* کاهش و L^* افزایش یافت. با افزودن آب ماست شاخص a^* و b^* افزایش و شاخص L^* کاهش یافت ($P < 0.05$). این امر به دلیل نقش آب ماست در افزایش اسیدیته است. با افزایش زمان تخمیر تا روز شانزدهم میزان شاخص a^* و b^* افزایش اما شاخص L^* کاهش یافت. از روز شانزدهم تا آخر دوره‌ی نگهداری روند به‌صورت معکوس ادامه یافت. بیشترین میزان شاخص a^* و b^* در روز شانزدهم و بیشترین میزان شاخص L^* در روز نخست آزمایش مشاهده شد. همچنین در خصوص نمونه شاهد با افزایش زمان تخمیر هر سه پارامتر کاهش یافت که با داده‌های حاصل از اسیدیته نمونه شاهد طی تخمیر هم‌خوانی دارد.

1. Curcumin
2. Demethoxycurcumin
3. 6-dehydrogingerdione
4. Diarylheptanoid
5. Xanthophyll Carotenoid

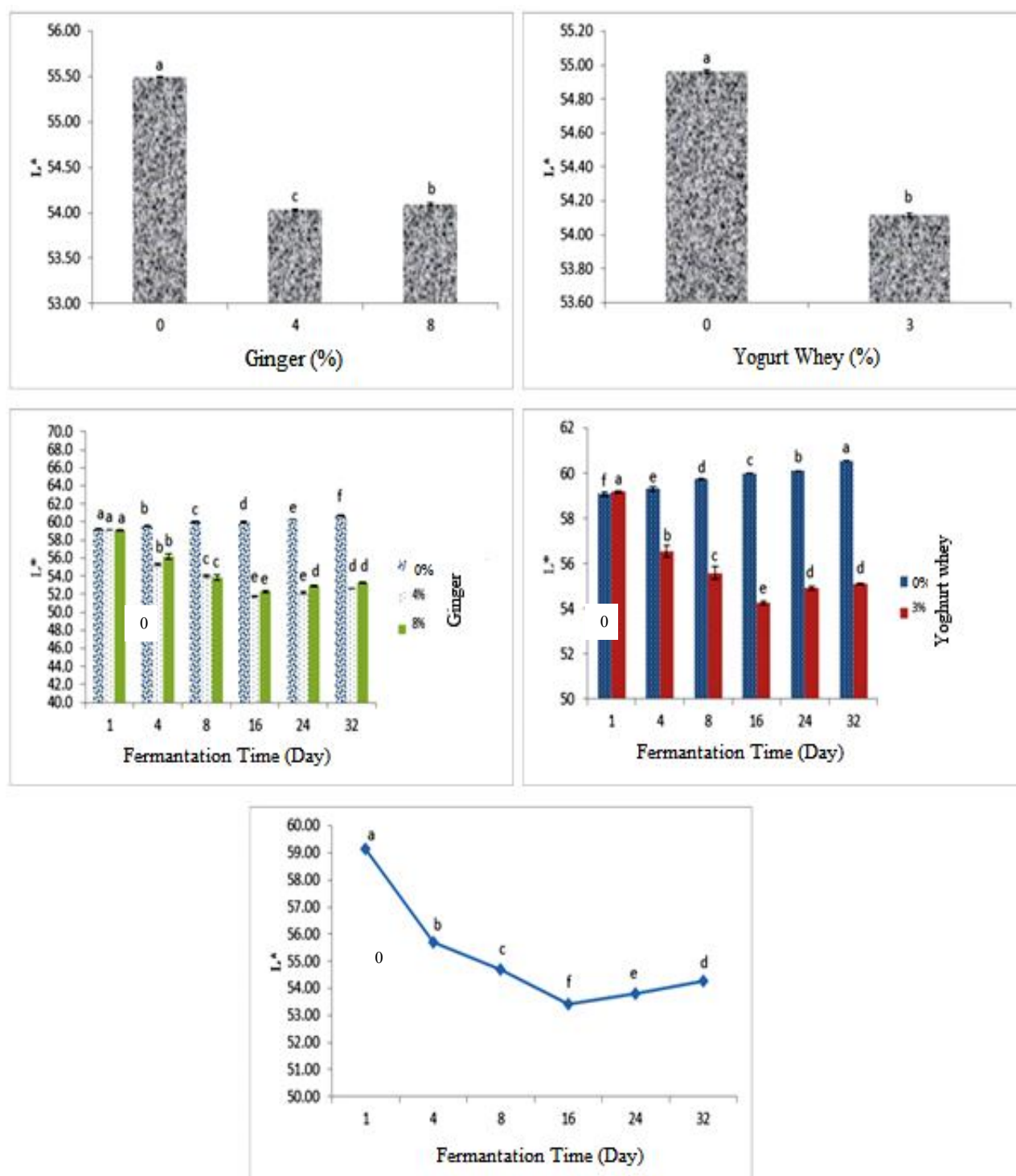


Fig 6 The effect of different levels of ginger and yoghurt whey on L* of fermented carrot during fermentation.

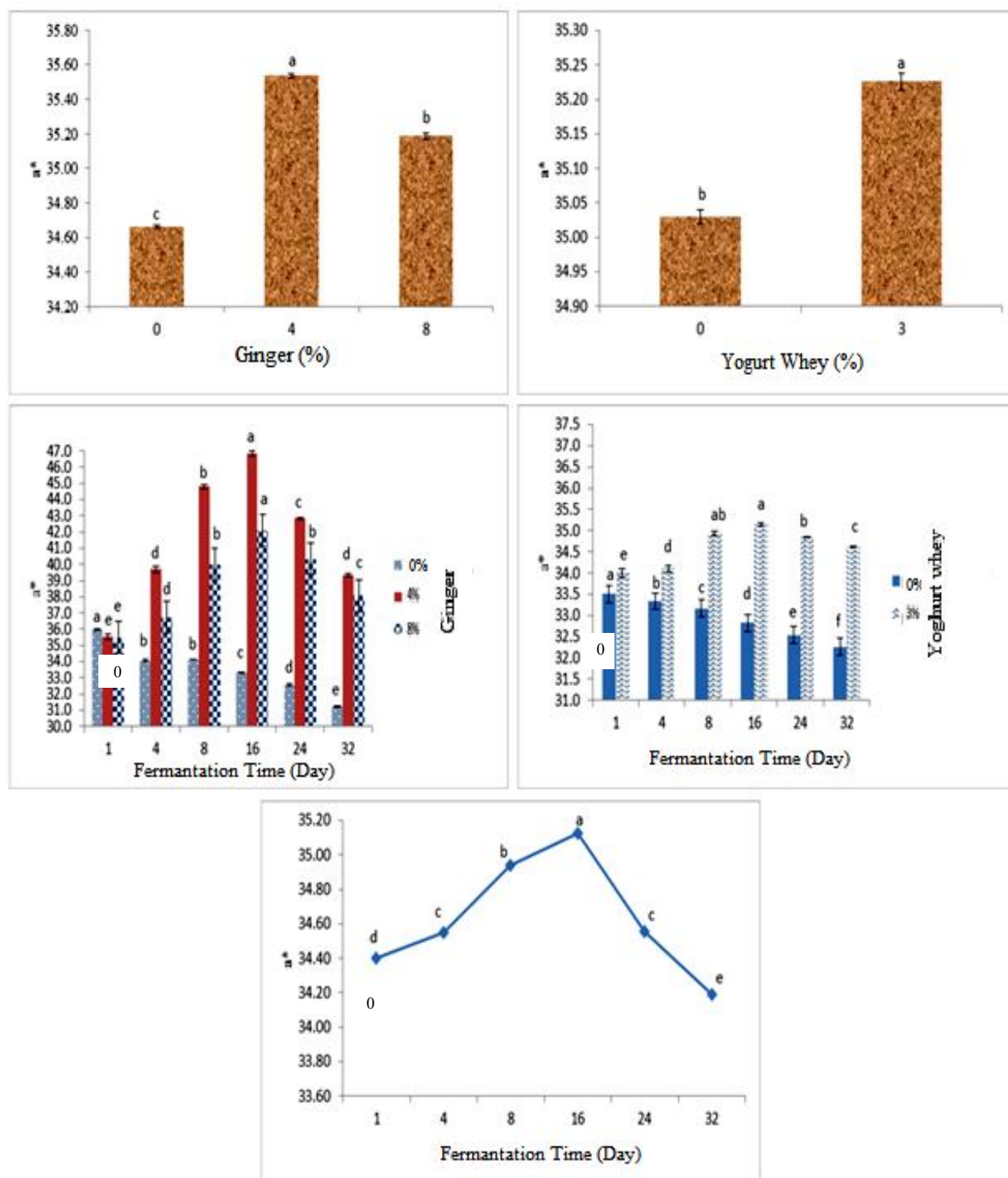


Fig 7 The effect of different levels of ginger and yoghurt whey on a* of fermented carrot during fermentation.

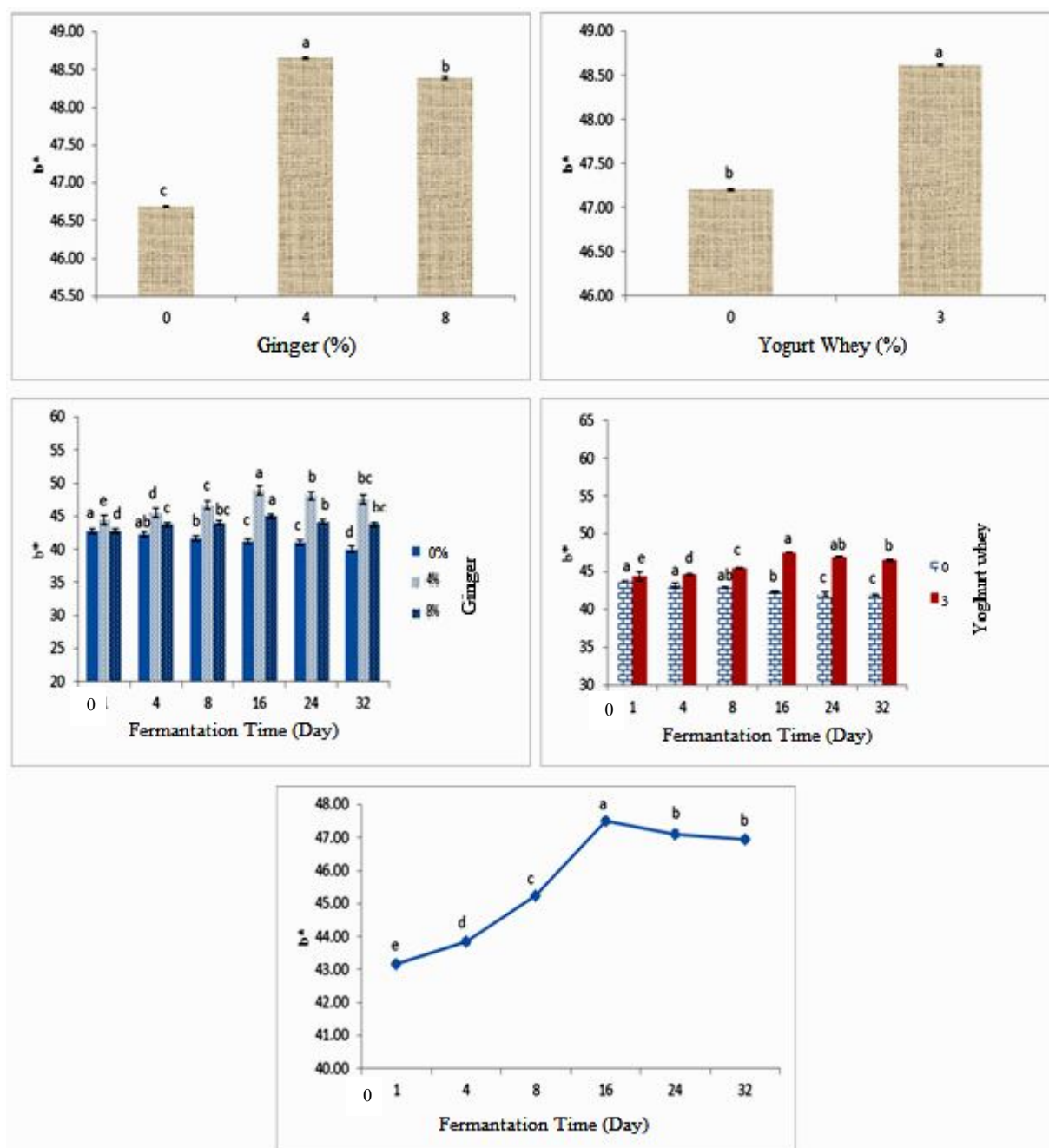


Fig 8 The effect of different levels of ginger and yoghurt whey on b* of fermented carrot during fermentation.

افزایش پذیرش کلی گردید. در نمونه حاوی ۸ درصد زنجبیل عطر و طعم تندی ایجاد شد که به این دلیل پذیرش کلی آن را کاهش یافت. همچنین مشخص شد پنلست ها رنگ زرد طبیعی خود هویج را بیشتر ترجیح می دهند. افزودن آب ماست اثرات بسیار مثبتی از نظر حسی داشت؛ به گونه ای که بیشترین امتیاز پذیرش کلی به این نمونه تعلق گرفت. در واقع اسیدیته ی آب

با توجه به شکل های ۹ تا ۱۱، می توان اثر پارامترهای مختلف بر امتیاز حسی پنلست ها را مشاهده نمود. با توجه به شکل ۹، بیشترین پذیرش کلی و طعم مربوط به نمونه حاوی ۴ درصد زنجبیل؛ اما بیشترین امتیاز رنگ و بافت مربوط به نمونه شاهد بود. نمونه ی حاوی ۴ درصد زنجبیل به دلیل تولید بیشترین میزان اسیدلاکتیک، طعم اسیدی ملایم داشت که به این دلیل سبب

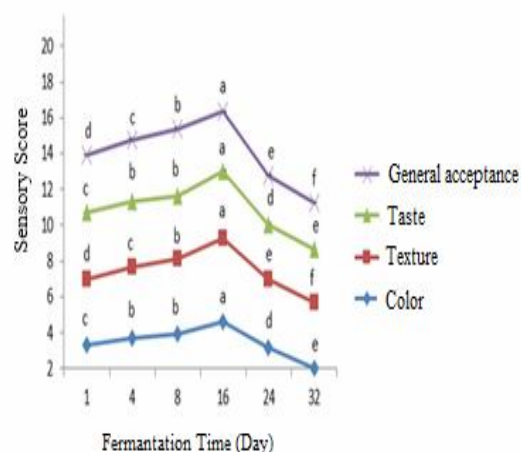


Fig 11 The effect of sensory scores during fermentation.

۴- نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد، تخمیر فرایند مناسبی برای افزایش زمان ماندگاری و بهبود ویژگی‌های حسی و ارگانولپتیکی هویج بوده و افزایش رشد باکتری‌های اسیدلاکتیک نشان‌دهنده‌ی پتانسیل بالای این فراورده برای توسعه محصول پروبیوتیک است. همچنین مشخص گردید هویج تخمیری حاوی ۳ درصد آب ماست و ۴ درصد زنجبیل در طی شانزده روز تخمیر مطلوب‌ترین حالت را از لحاظ جنبه‌های میکروبیولوژیکی و تکنولوژیکی دارد. برای حفظ باکتری‌های مفید و جلوگیری از فعالیت بیشتر فلور میکروبی موجود در فراورده هویج تخمیری باید پس از ۱۶ روز فراورده را به دمای یخچال منتقل نمود.

۵- منابع

- [1] Blandino A, Al-Aseeri M, Pandiella S, Cantero D, Webb C. Cereal-based fermented foods and beverages(2003) Food research international 36 6:527-543.
- [2] Hou J-W, Yu R-C, Chou C-C. Changes in some components of soymilk during fermentation with bifidobacteria(2000) Food research international 33 5:393-397.
- [3] Yang H, Zhang L. Changes in some components of soymilk during fermentation

ماست بر طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی اثرات بسیار مثبتی گذاشت. بررسی زمان تخمیر نشان داد با افزایش زمان تخمیر تا روز شانزدهم بر میزان مقبولیت حسی فراورده افزوده شد. این امر می‌تواند مربوط به تولید متابولیت‌های مطلوب باکتریایی در طی تخمیر باشد. همچنین رنگ فراورده نیز در طی تخمیر تغییر کرده و هویج‌ها رنگ مطلوب‌تری پیدا کردند؛ اما پارامترهای حسی مذکور بعد از روز شانزدهم کاهش یافتند. افت نسبی طعم در این شرایط احتمالاً ناشی از به وجود آمدن ترکیبات آروماتیک نامطلوب توسط فلور میکروبی غالب فراورده است [۴۳].

در بررسی نمونه‌ی شاهد مشخص گردید هر چهار پارامتر رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی به‌طور پیوسته در طی زمان ماندگاری کاهش یافته است؛ بنابراین، این نتایج به‌خوبی نشان می‌دهد که فلور طبیعی هویج به تنهایی نمی‌تواند تاثیر چندانی بر فرایند تخمیر داشته و افزودن ۴ درصد زنجبیل و ۳ درصد آب ماست سبب بهبود پارامترهای ذکرشده در طی زمان نگهداری شده و پذیرش کلی فراورده را افزایش داده است.

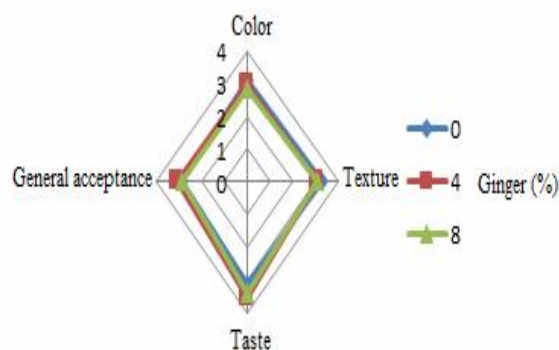


Fig 9 The effect of different levels of ginger on sensory scores.

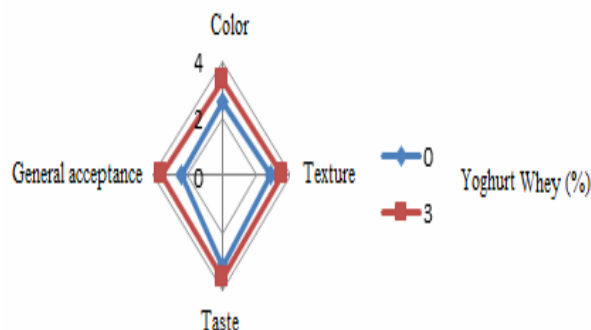


Fig 10 The effect of different levels of yogurt whey on sensory scores.

- [15] Xu J, Zhang Q, Li D, Du J, Wang C, Qin J. Rapid degradation of long-chain crude oil in soil by indigenous bacteria using fermented food waste supernatant(2019) *Waste management* 85:361-373.
- [16] Bounous G, Turgeon S, Aurouze B. A process for producing an undenatured whey protein concentrate(1996) *US Patent No WO9635336*.
- [17] Spreer E. *Milk and dairy product technology*: Routledge; 2017.
- [18] Katina K, Heiniö RL, Autio K, Poutanen K. Optimization of sourdough process for improved sensory profile and texture of wheat bread(2006) *LWT - Food Science and Technology* 39 10:1189-1202.
- [19] Boyaci-Gunduz CP, Agirman B, Erten H. Salgam Powder Production From Fermented Salgam: A Traditional Turkish Lactic Acid Beverage(2018) *Carpathian Journal of Food Science & Technology* 10 2.
- [20] Farhadi Sh, Khosravi-Darani K, Mashayekh M, Mortazavian AM, Mohammadi A, F S. Effect of incubation temperature and inoculation ratio of starter culture on propionic acid production in dairy beverage fermented with propionibacterium(2012) *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology* 7 1:41-50.
- [21] Chaiyasut C, Makhamrueang N, Peerajan S, Sivamaruthi BS. Assessment of organic acid content, and brix value of representative indigenous fermented plant beverages of Thailand(2017) *ASSESSMENT* 10 1.
- [22] Abdalla M, Ahmed S. Evaluation of microbiological quality of Sudanese fermented dairy product 'Mish'during storage(2010) *Advance Journal of Food Science and Technology* 2 3:155-158.
- [23] Yonzan H, Tamang JP. Microbiology and nutritional value of selroti, an ethnic fermented cereal food of the Himalayas(2010) *Food Biotechnology* 24 3:227-247.
- [24] Raybaudi-Massilia R, Zambrano-Durán A, Mosqueda-Melgar J, Calderón-Gabaldón MI. Improving the safety and shelf-life of orange and mango juices using *Panax ginseng*, malic acid and potassium sorbate(2012) *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* 7 4:273-282.
- with the basidiomycete *Ganoderma lucidum*(2009) *Food chemistry* 112 1:1-5.
- [4] Reddy N, Pierson M. Reduction in antinutritional and toxic components in plant foods by fermentation(1994) *Food research international* 27 3:281-290.
- [5] Do TVT, Fan L. Probiotic Viability, Qualitative Characteristics, and Sensory Acceptability of Vegetable Juice Mixture Fermented with *Lactobacillus* Strains(2019) *Food and Nutrition Sciences* 10 04:412.
- [6] Kalui CM, Mathara JM, Kutima PM. Probiotic potential of spontaneously fermented cereal based foods–A review(2010) *African Journal of Biotechnology* 9 17:2490-2498.
- [7] Rao G. Dietary Fat and Cholesterol Dilemma: Acute Vascular Events(2019) *Arc Clin Exp Cardiol* 1 1:101.
- [8] Vissers LE, Sluijs I, van der Schouw YT, Forouhi NG, Imamura F, Burgess S, Barricarte A, Boeing H, Bonet C, Chirlaque M-D. Dairy product intake and risk of type 2 diabetes in EPIC-interact: A mendelian randomization study(2019) *Diabetes care* 42 4:568-575.
- [9] Mao B, Yan S. *Lactic Acid Bacteria and Fermented Fruits and Vegetables*. *Lactic Acid Bacteria*: Springer; 2019. p. 181-209.
- [10] Luckow T, Delahunty C. Which juice is 'healthier'? A consumer study of probiotic non-dairy juice drinks(2004) *Food Quality and Preference* 15 7-8:751-759.
- [11] Panghal A, Janghu S, Virkar K, Gat Y, Kumar V, Chhikara N. Potential non-dairy probiotic products—a healthy approach(2018) *Food bioscience* 21:80-89.
- [12] Bourdichon F, Casaregola S, Farrokh C, Frisvad JC, Gerds ML, Hammes WP, Harnett J, Huys G, Laulund S, Ouwehand A. Food fermentations: microorganisms with technological beneficial use(2012) *International journal of food microbiology* 154 3:87-97.
- [13] Swain MR, Anandharaj M, Ray RC, Parveen Rani R. Fermented fruits and vegetables of Asia: a potential source of probiotics(2014) *Biotechnology research international* 2014.
- [14] Park YW, Nam MS. Bioactive Peptides in Milk and Dairy Products: A Review(2015) *Korean journal for food science of animal resources* 35 6:831-840.

- instrumental and sensory measurement, and the effects of processing(2010) *Critical reviews in food science and nutrition* 50 5:369-389.
- [35] Di Cagno R, Minervini G, Rizzello CG, De Angelis M, Gobbetti M. Effect of lactic acid fermentation on antioxidant, texture, color and sensory properties of red and green smoothies(2011) *Food Microbiology* 28 5:1062-1071.
- [36] Yoon KY, Woodams EE, Hang YD. Probiotication of tomato juice by lactic acid bacteria(2004) *Journal of microbiology* (Seoul, Korea) 42 4:315-318.
- [37] sheikh Eslami S, zomorodi S. The effect of encapsulation on the viability of *Lactobacillus acidophilus* and qualitative properties of apple juice during storage at ambient temperature (in persian) (2014) *Food Technology & Nutritio* 11 3 (43):81-90.
- [38] Caridi A, Micari P, Caparra P, Cufari A, Sarullo V. Ripening and seasonal changes in microbial groups and in physico-chemical properties of the ewes' cheese Pecorino del Poro(2003) *International Dairy Journal* 13 2:191-200.
- [39] Aslanpour N, Hosseinmardi F, Koohikamali S. Feasibility Investigation of application of *Ziziphora clinopodioides* Extract in Sauerkraut for Salt Concentration Reduction (in persian)(2019) *Food Science and Technology* 85 15:337-347.
- [40] Silva S, Ferrari J. Development Of Probiotic Grape Juice And *Lactobacillus PARACASEI* Viability Under Cold Storage.
- [41] Iijima Y, Joh A. Pigment Composition Responsible for the Pale Yellow Color of Ginger (*Zingiber officinale*) Rhizomes(2014) *Food Science and Technology Research* 20 5:971-978.
- [42] del Carmen Pinto M, Tejeda A, Duque AL, Macías P. Determination of Lipxygenase Activity in Plant Extracts Using a Modified Ferrous Oxidation-Xylenol Orange Assay(2007) *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55 15:5956-5959.
- [43] Mohhebi M, Habibi N M, B. Optimization of Production, Shelf Life and Quality of Whey-Fruit Beverage (in persian)(2004) *Agricultural Sciences and Industries* 18 2:1-10.
- [25] Yang G-H, Guan J-J, Wang J-S, Yin H-C, Qiao F-D, Jia F. Physicochemical and sensory characterization of ginger-juice yogurt during fermentation(2012) *Food Science and Biotechnology* 21 6:1541-1548.
- [26] Geremew T, Kebede A, Andualem B. The role of spices and lactic acid bacteria as antimicrobial agent to extend the shelf life of metata ayib (traditional Ethiopian spiced fermented cottage cheese)(2015) *Journal of Food Science and Technology* 52 9:5661-5670.
- [27] JANES ME, NANNAPANENI R, JOHNSON MG. Identification and Characterization of Two Bacteriocin-Producing Bacteria Isolated from Garlic and Ginger Root(1999) *Journal of Food Protection* 62 8:899-904.
- [28] Chang C-h, Chen Y-s, Yanagida F. Isolation and characterisation of lactic acid bacteria from yan-jiang (fermented ginger), a traditional fermented food in Taiwan(2011) *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91 10:1746-1750.
- [29] Ng EW, Yeung M, Tong PS. Effects of yogurt starter cultures on the survival of *Lactobacillus acidophilus*(2011) *International journal of food microbiology* 145 1:169-175.
- [30] Jahandideh F, Mousavi SM, Razavi SH. Utilization of *Echium amoenum* Extract as a growth medium for the production of organic acids by selected Lactic acid bacteria(2012) *Food and bioprocess technology* 5 6:2275-2279.
- [31] Klompong V, Benjakul S, Kantachote D, Shahidi F. Use of protein hydrolysate from yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*) as microbial media(2012) *Food and bioprocess technology* 5 4:1317-1327.
- [32] Mousavi Z, Mousavi S, Razavi S, Emam-Djomeh Z, Kiani H. Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria(2011) *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 27 1:123-128.
- [33] Shukla M, Jha YK, Admassu S. Development of probiotic beverage from whey and pineapple juice(2013) *Journal of Food Processing and Technology* 4 206:1-4.
- [34] Barrett DM, Beaulieu JC, Shewfelt R. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels,

Evaluation of the Different Levels of Ginger and Yoghurt Whey on Physicochemical and Sensory Properties of Fermented Carrot (Sour Carrot)

Zhandari, F. ¹, Shahidi, F. ^{2*}, Varidi, M. J. ³, Tabatabaei yazdi, F. ⁴,
Edalatian Dovom, M. R. ⁵, Roshanak, S. ⁶

1. MSc, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2. Professor, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Professor, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
4. Professor, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
5. Associate Professor, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
6. Ph.D. student, Department of Food Science & Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: 2019/09/02 Accepted:2020/01/13)

Fermentation is one of the oldest techniques in food preservation, this process is defined as the biological activity of microorganisms to improve sensory, organoleptic and nutritional properties and produce a range of metabolites that inhibit the growth of unwanted microbial flora. As a result, fermented products have a shelf life substantially higher than raw materials and also have very beneficial effects on health. In this research, ginger in 4 and 8 % levels and yogurt whey in 3 % level, were added to the carrots and evaluated during of 0,4, 8, 16, 24 and 32 days of fermentation. The results showed that by adding 4% ginger, pH, mold and yeast count and L* index decreased, acidity, total count, lactic acid count, a* and b* color indexes and overall acceptance increased. In contrast, the addition of 8% ginger had a negative effect on the studied parameters and decreased the overall acceptance and enumeration of lactic acid bacteria. Addition of yogurt (3%) decreased pH, mold and yeast count and L* index, but increased acidity, total count also color indices a* and b* and overall acceptance. In the non-yogurt and non-ginger sample from the beginning to the end of the storage period, pH, total count and mold and yeast counts increased steadily, and overall acidity and acceptance decreased. Whereas in the samples containing ginger and yogurt, the pH and count of mold and yeast decreased as the fermentation time increased to the 16th day and overall count increased, lactic acid bacteria, acidity and total acceptance. According to the results of this study, using 4% ginger, 3% yogurt and 16 days fermentation time to increase shelf life and lactic acid bacteria and improve the sensory characteristics of fermented carrots.

Keywords: Carrots, Fermentation, Ginger, Yogurt Whey, Shelf life.

* Corresponding Author Email Address: fshahidi@um.ac.ir