(مقاله پژوهشی)

مقایسه تأثیر عصاره ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و گیاه چویل (*Ferulago angulata*) بر زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، pH، آب‌اندازی و پارامترهای رنگی در ماست‌فراسودمند

عبدالرضا آقاجانی[۱]، سید علی مرتضوی[۲*]، فریده طباطبایی یزدی[۲]، مسعود شفافی زنوزیان[۳]، محمدرضا سعیدی اصل[۳]

۱- گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

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

۳- گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۳ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۱۲/۱۴

چکیده

در این پژوهش، پس از عصاره‌گیری گیاه چویل و ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* با تکنیک فراصوت و با کمک اتانول ۹۹/۷۰ درصد، سطوح ۰/۱ تا ۱ درصد از هر دو عصاره مطابق فرمولاسیون به نمونه‌های شیر تزریق و ماست پروبیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5* تولید گردید. سپس طی ۲۱ روز، آزمون تعیین pH، آب اندازی، پارامترهای رنگی (L*a*b*) و شمارش سویه پروبیوتیک انجام شد. با افزایش زمان ماندگاری، مقادیر pHکاهش و آب اندازی، افزایش یافت. تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره چویل، pH کمتر و آب اندازی بیشتری را نشان دادند. در مورد پارامترهای رنگی، با افزایش زمان نگهداری تا روز چهاردهم، شدت روشنایی(L*) کاهش و شدت رنگ سبز (a*) نمونه‌ها افزایش یافت و از روز چهاردهم تا روز پایانی، روند شدت روشنایی و سبزی نمونه‌ها به ترتیب افزایشی و کاهشی بود. تیمارهای حاوی عصاره چویل، میانگینL* کمتر وa* بیشتری در مقایسه با عصاره اسپیرولینا داشتند. پارامترb* با گذشت زمان کاهش یافت و بالاترین میانگین(زردی بیشتر) مربوط به تیمارهای حاوی عصاره چویل بود. از نظر تعداد باکتری، با گذشت زمان نگهداری تا روز چهاردهم، تعداد این سویه افزایش معنی‌داری داشت و بعد از آن، یک سیکل لگاریتمی کاهش یافت، اما بیش از تعداد تعیین شده استاندارد در ماست پروبیوتیک بود. تیمارهای حاوی عصاره اسپیرولینا، میانگین تعداد باکتری بالاتری را نشان دادند.به کارگیری عصاره اسپیرولینا در مقایسه با عصاره چویل نتایج بهتری را از نظر pH، رنگ و شمارش پروبیوتیک به دست داد، در عین حال، استفاده از هر دو عصاره توانست موجب بهبود رنگ و افزایش تعداد پروبیوتیک گردد.

واژه‌های کلیدی: *اسپیرولینا پلاتنسیس*، چویل، رنگ، *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، ماست پروبیوتیک.

*مسؤول مکاتبات: morteza1937@yahoo.com

۱- مقدمه

امروزه تولید فرآورده‌های متنوع تخمیری بر پایه ماست نظیر ماست‌های با میزان چربی پائین، ماست‌های پروبیوتیک و بستنی‌های ماستی به منظور جلب رضایت مصرف‌کنندگان و افزایش میزان مصرف فرآورده‌های لبنی توسعه یافته است (۱۶). پروبیوتیک‌ها به واسطه تولید ترکیباتی نظیر اگزوپلی ساکاریدها، اسیدهای آلی، باکتریوسین‌ها و اجزاء ضد میکروبی، کاربردهای گسترده‌ای در مواد غذایی مختلف دارند (۷، ۲۲).عصاره های گیاهی و ترکیبات معطر از مهمترین نگهدارنده‌های طبیعی محسوب می‌شوند که با توجه به نگرانی‌های موجود در مورد استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی و اثرات مضر احتمالی آنها، گرایش به استفاده از این عصاره‌ها افزایش یافته است (۱۵). چویل با نام علمی*Ferulagoangulata* (*Schlecht.*) *Boiss* موسوم به چویر، گارچی یا روشن‌بال در زبان فارسی، از خانواده چتریان و جنس Ferula(۲۱) و از مهمترین گیاهان دارویی و معطر در ایران است که به طور سنتی در فرآورده‌های لبنی و کَره آب کرده[1]با هدف دستیابی به مزه مطلوب و جلوگیری از انواع فساد به ویژه نوع اکسیداتیوو به عنوان چاشنی غذایی کاربرد دارد (۱۸). *اسپیرولینا پلاتنسیس* (ا. پلاتنسیس)، ریزجلبک سبز-آبی است که به علت کیفیت تغذیه‌ای منحصر به فرد به عنوان ماده غذایی کامل شناخته شده است. میزان بالای پروتئین (۷۰-۶۰ درصد بر اساس وزن خشک)، میزان پائین چربی، مقادیر بالای ویتامین‌ها به ویژه ویتامین B_{12}، آهن، وجود رنگدانه فیکوسیانینو اسید چرب ضروری گاما-لینولنیک اسید، این ریزجلبک را به یک ماده غذایی با ارزش تغذیه‌ای بالا تبدیل نموده است (۱۱، ۱۲).سازمان بهداشت جهانی (WHO) از اسپیرولینا به عنوان برترین ماده غذایی بر روی زمین یاد کرده است و سازمان فضایی آمریکا (NASA) از زیست توده این ریزجلبک به عنوان غذای فشرده در سفرهای فضایی استفاده می‌کند (۲۸). در مورد کاربرد عصاره‌های گیاهی در فرآورده‌های لبنی، تحقیقاتی با اهداف گوناگون صورت گرفته است. به عنوان مثال، پاراداو همکاران[2] (۱۹۹۸)، افزودن متابولیت‌های خارج سلولی حاصل از فاز لگاریتمی ا.پلاتنسیس را بر رشد باکتری‌های اسید لاکتیک بررسی کردند. نتایج نشان داد که رشد این باکتری‌ها افزایشمعنی‌داری یافت. گزارش شد که این ریزجلبک دارای اثر تحریک‌کنندگی بر رشد بوده و می‌تواند مشابه یک ترکیب پری بیوتیک عمل نماید (۴۱). مولنارو همکاران[3] (۲۰۰۵) اثر ا.پلاتنسیس را بر شیرهای تخمیری در دماهای مختلف ارزیابی کردند. گزارش شد که ا.پلاتنسیس دارای اثر محرک بر رشد باکتری‌های اسید لاکتیک است که در نهایت منجر به تولید اسید و افزایش اسیدیته می‌گردد (۳۷). گلداس[4] (۲۰۱۰) تأثیر پودر زیست توده ریزجلبک ا. پلاتنسیس بر آغازگرهای ماست و *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*در ماست قالبی و شیر اسیدوفیلوس را بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزودن ۱ درصد پودر اسپیرولینا به ماست، بر بقاء باکتری‌های مورد استفاده طی زمان نگهداری مؤثر بود (۱۹). صوتی (۱۳۹۳) طی تحقیقی، تأثیر سطوح ۰/۰۲ و ۰/۰۴ درصد وزنی ـ وزنی عصاره زیره سبز[5]را بر خواص کیفی ماست موسیر طی سه هفته نگهداری بررسی نمود. مشخص شد که با افزایش مدت زمان نگهداری، میزان pH کاهش یافت و pH تمام نمونه‌ها طی زمان نگهداری در محدوده استاندارد بود (۲).با توجه به غنی‌بودن چویل و اسپیرولینا از اجزاء فراسودمندی نظیر آنتی‌اکسیدان‌ها، رنگدانه‌ها و ترکیبات ضد میکروبی، به کارگیری این مواد در فرمولاسیون ماست پروبیوتیک می‌تواند علاوه بر افزایش ارزش تغذیه‌ای، موجب

1 -Ghee

2 - Parada et al
3 - Molnar et al
4 - Guldas
5- *Cuminum cyminum*

بهبود ویژگی‌های کیفی و افزایش قابلیت پذیرش و زمان ماندگاری فرآورده نهایی گردد. هدف از این پژوهش، مقایسه تأثیر عصاره ا. پلاتنسیس و گیاه چویل‌بر زنده مانی ل. *اسیدوفیلوس* وتغییرات pH، آب اندازی وپارامترهای رنگی در ماست‌فراسودمند طی زمان نگهداری در یخچال می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

مواد اولیه مصرفی مورد استفاده شامل پودر ریز جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس(سینا ریز جلبک، قشم، ایران)، اندام‌های هوایی گیاه چویل(عطاری معتبر،کرمانشاه، ایران)، پودر سویه پروبیوتیکی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA-5* (DVS) و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیرگونه *بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* (آغازگرهای ماست با نام تجاری YC-380، DVS) هر دو از نمایندگی شرکت کریستین هانسن (دانمارک)، محیط کشت« MRS-bile Agar، شیرخشک پس‌چرخ، فُنل‌فتالئین، محلول رینگر و بافر (تامپون) (محلول ۴ و ۷)، اتانول ۹۹/۷۰ درصد (اتانول خالص)، همگی از شرکت مرک آلمان و هیدروکسید سدیم (پترو گوهر پارس، ایران) بود. تجهیزات و دستگاه های مورد استفاده شامل سانتریفوژ (EBA 12 R، شرکت سیگما آلدریچ، آمریکا)، ترازوی دیجیتال (مدلTE1535، شرکت- Sartorius، آلمان)، بن‌ماری درب‌دار(مدلBE-500، شرکت مِمِرت،آلمان)، حمام اولتراسونیک(مدلFS-60، Fisher scientific، با فرکانس ۴۰ کیلو هرتز، آلمان)، pH متر دیجیتال (HANNA مدل H18314، آلمان)، پلیت، لوله آزمایش، ارلن (شرکت TGI، آلمان)، نمونه بردار (Brabd، آلمان)،گرمخانه (مدل wb-14ـ شرکت Memert، آلمان)، دستگاه Hunter Lab (EZColor Flex، آمریکا)، دستگاه میلکواسکن(مدلA/B۱۳۴، شرکت فوزالکتریک، دانمارک)، آب مقطر(تجهیز آزما، ایران)، پارافیلم(آریان تجهیز، ایران)، اتوکلاو (مگا، ایران) و دستگاه کلنی شُمار(طیف آزما طب، ایران) بود.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱-آماده سازی نمونه‌ها

پس از تأیید گونه گیاه چویل توسط محققین بخش هرباریوم مؤسسه جنگل‌ها و مراتع ایران (استان البرز، کرج)، سر شاخه‌های هوایی گیاه پس ازخشک شدن درسایه، آسیاب شده و همراه با پودر ریزجلبک ا. پلاتنسیس به بخش آزمایشگاه انتقال یافت.

۲-۲-۲-استخراج عصاره *اسپیرولینا* پلاتنسیس با تکنیک فراصوت

در فرایند استخراج با فراصوت، میزان نمونه به حلال، با توجه به استفاده از Sonotrode، مدل S2 قطر یک میلی‌متر و حداکثر دامنه نوسان برابر با ۲۶۰ میکرومتر، محدودیت استفاده حجمی بین ۵۰-۲ میلی‌متر وجود دارد. به همین دلیل، حلال اتانول در نسبت ثابت ۳۵ میلی‌لیتر به ۱ گرم پودر گیاه و ریزجلبک اضافه شد (۱، ۴۰). عصاره‌گیری از پودر ریزجلبک با استفاده حمام فراصوت با فرکانس ۴۰ کیلوهرتز در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. حداکثر دامنه نوسان ۲۶۰ میکرومتر و زمان استخراج برابر ۸ دقیقه تعیین گردید. در نهایت، محتوی درون بطری صاف و عصاره استخراجی تغلیظ شد.

۲-۲-۳- استخراج عصاره چویل با تکنیک فراصوت

عصاره‌گیری از پودر گیاه چویل نیز با استفاده حمام فراصوت با فرکانس۲۰ کیلوهرتز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. حداکثر دامنه نوسان ۲۶۰ میکرومتر و زمان استخراج برابر۸ دقیقه تعیین گردید(۱).

۲-۲-٤-تولید ماست پروبیوتیک

برای تهیه کشت اولیه، پودرآغازگرهای ماست و باکتری پروبیوتیک ل. *اسیدوفیلوس* به ۵۰۰ میلی لیتر شیر بدون چربی

استریل اضافه شد. بر طبق دستورالعمل شرکت تولیدکننده، برای رسیدن به جمعیت میکروبی باکتری پروبیوتیک cfu/g 10^8تلقیح انجام گردید. به این صورت که ابتدا محتویات یک واحد ازآغازگر و یک واحد از سویه پروبیوتیک، هر کدام به یک لیترشیر پاستوریزه کم چرب منتقل شده، سپس یک میلی لیترازاین مخلوط ها به هر کدام ازنمونه ها اضافه گردید (۴). جهت تولید ماست، مقدار 2 درصد وزنی ـ وزنی شیر خشک پس چرخ با هدف افزایش مواد جامد محصول به شیر با چربی ۱/۵ درصد اضافه شده و سپس عملیات حرارتی (۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه) در حمام آب گرم مجهز به سیستم تنظیم دمایی اِعمال گردید.بعد از آن، دمای شیر به ۴۳-۴۲ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. جهت تولید ماست پروبیوتیک، به منظور سازگاری بیشتر سویه پروبیوتیکی با شرایط موجود در شیر، ابتدا مقدار ۲/۵ درصد وزنی/وزنی ل. *اسیدوفیلوس* به ظروف استریل حاوی ۲۵۰ میلی لیتر شیر پاستوریزه تلقیح شد. در ادامه، آغازگرهای ماست به میزان ۲ درصد وزنی/ وزنی و عصاره‌های مربوطه مطابق فرمولاسیون (جدول۱) به ظروف تزریق شد. سپس نمونه‌ها در انکوباتور ۴۰ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردید تا pH آنها به حدود ۴/٦-۴/۵ برسد. پس از آن، تا دمای ۶-۴ درجه سانتی‌گراد سرد شده و بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در یخچال، آزمایشات زیر بر روی تمام تیمارهای مورد بررسی انجام گردید (۶).

جدول۱- مشخصات تیمارهای مورد بررسی در پژوهش حاضر.

مشخصه تیمارها	سطح عصاره چویل (درصد)	مشخصه تیمارها	سطح عصاره اسپیرولینا (درصد)
A	۰/۱	K	۰/۱
B	۰/۲	L	۰/۲
C	۰/۳	M	۰/۳
D	۰/٤	N	۰/٤
E	۰/۵	O	۰/۵
F	۰/٦	P	۰/٦
G	۰/۷	Q	۰/۷
H	۰/۸	R	۰/۸
I	۰/۹	S	۰/۹
J	۱	T	۱
شاهد	فاقد هر گونه عصاره		

۲-۳- آزمایشات نمونه‌های ماست

۲-۳-۱-اندازه‌گیری pH

pH نمونه‌ها با pH متر دیجیتالی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و مطابق روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ اندازه‌گیری شد (۳).

۲-۳-۲- اندازه‌گیری‌میزان آب اندازی

جهت اندازه‌گیری میزان آب اندازی، ابتدا 25 گرم نمونه ماست درلوله های سانتریفیوژوز نشد و سپس لوله‌ها درسانتریفیوژ با دور ۳۵۰G به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. مایع جدا شده از نمونه که درقسمت بالای لوله جمع شده بود، خارج گردید و لوله ها

مجدداً وز نشدند. مقدارآب اندازی به صورت وزن آب ازدست رفته در ۱۰۰ گرم ماست گزارش گردید (۶).

۲-۳-۳- ارزیابی رنگ نمونه‌ها

برای اندازه‌گیری رنگ نمونه‌های ماست از دستگاه هانترلب استفاده شد. قبل از انجام آزمون، ابتدا رنگ‌سنج با استفاده ازکاشی سفیدکالیبره گردید و درادامه، نمونه‌ها به داخل دستگاه منتقل و مورد آزمون قرارگرفت. اساس رنگ‌سنجی در این سیستم سنجش شاخص‌های*L (تیرگی ـ روشنایی)، *a (سبزی ـ قرمزی) و*b (زردی ـ آبی)است (۲۷).

۲-۳-٤- شمارش *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*

برای شمارش سویه پروبیوتیک در ماست، مقدار ۱۰ گرم از نمونه ماست در ۱۰۰ میلی‌لیتراز بافر سیترات سدیم ۱ درصد وزنی/ حجمی منتقل شده و به مدت 10 دقیقه در دمای اتاق با استفاده از همزن مغناطیسی مخلوط گردید.سپس 1 میلی لیتر از محلول فوق به رقت‌های بعدی افزوده شده، یک میلی‌لیتراز رقت‌های ۶، ۷ و ۸ درداخل پلیت قرار داده و سپس با محیط کشت «MRS-bile Agar» کشت داده شد و به مدت 48 تا 72 ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردید. ابتدا رقت‌های مناسبی از نمونه در محلول رینگر استریل تهیه شده و بعد از انجام کشت، پلیت‌ها به گرمخانه ۳۷ درجه سانتی‌گراد منتقل شده و شمارش کلنی‌ها بعد از ۷۲ ساعت گرمخانه‌گذاری انجام گردید (۵۰).

۲-٤- آنالیز آماری

آنالیز آماری داده ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 1 درصد ($p<0/05$) انجام شد. تمامی نمودارها با نرم افزارExcel 2013 رسم گردید.تست نرمال بودن داده‌ها به روش کمولوگروف اسمیرنوف[1] با نرم افزارSPSS نسخه ۲۴ انجام شد و تمام داده‌ها نرمال بود.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی نتایج pH

مطابق جدول ۲، با گذشت زمان نگهداری، میزان pH تمامی تیمارهای مورد بررسی کاهش یافت که این کاهش در تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره چویل در مقایسه با عصاره ا. پلاتنسس، بیشتر بود. در روز اول، بین تیمارهای حاوی ۰/۸ (R) و ۰/۹ (S) درصد عصاره اسپیرولینا با هم و با نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>0/05$)، اما تفاوت سایر تیمارها با یکدیگر و با نمونه کنترل کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$). در روزهای هفتم تا چهاردهم، بین میانگین pH تمام تیمارها با نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p<0/05$)، اما بین تیمارهای حاوی ۰/۸ تا ۱ درصد عصاره اسپیرولینا تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ($p>0/05$).در روز پایانی، بالاترین و پائین‌ترین میانگینpH به ترتیب مربوط به تیمار حاوی ۱ درصد عصاره اسپیرولینا (T) و ۱ درصد عصاره چویل (J) بود که با نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت ($p<0/05$)(جدول۲).روند کاهشی مقادیر-pH طی زمان نگهداری در این پژوهش با نتایج آزمایشات محمود[2] (۲۰۰۸) (۳۲) و تاراکسی[3] (۲۰۱۰) (۴۹) همخوانی-دارد. طی نگهداری نمونه‌های ماست، به دلیل فعالیت آغازگرها دردمای یخچال وتولیداسید لاکتیک، pH به تدریج کاهش می‌یابد(۵۳).

1 - Kolmogorov–Smirnov test
2- Mahmood
3- Tarakci

جدول۲- تغییرات میانگین مقادیر pH نمونه‌های مختلف ماست پروبیوتیک طی زمان نگهداری در یخچال*.

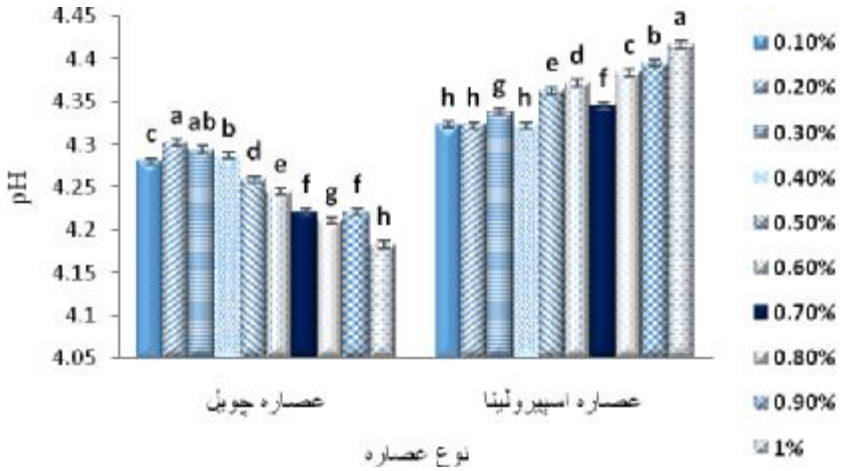
تیمارها	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱
شاهد	۴/۴۹±۰/۰۲ A,a	۴/۳۷±۰/۰۱ B,de	۴/۲۸±۰/۰۱ C,ef	۳/۹۶±۰/۰۲ D,ef
A	۴/۴۰±۰/۰۲ A,bc	۴/۳۶±۰/۰۱ B,e	۴/۳۰±۰/۰۱ C,e	۴/۰۶±۰/۰۳ D,d
B	۴/۳۹±۰/۰۱ A,c	۴/۳۷±۰/۰۱ A,e	۴/۳۴±۰/۰۱ B,de	۴/۱۱±۰/۰۲ C,c
C	۴/۳۹±۰/۰۲ A,c	۴/۳۷±۰/۰۲ A,de	۴/۳۱±۰/۰۲ B,e	۴/۱۰±۰/۰۱ C,cd
D	۴/۳۹±۰/۰۱ A,c	۴/۳۵±۰/۰۱ B,e	۴/۳۰±۰/۰۱ C,e	۴/۱۰±۰/۰۱ D,cd
E	۴/۳۶±۰/۰۱ A,d	۴/۳۲±۰/۰۲ B,f	۴/۲۸±۰/۰۱ C,f	۴/۰۸±۰/۰۱ D,d
F	۴/۳۶±۰/۰۲ A,d	۴/۳۱±۰/۰۱ B,f	۴/۲۸±۰/۰۱ C,f	۴/۰۳±۰/۰۳ D,de
G	۴/۳۶±۰/۰۲ A,d	۴/۳۱±۰/۰۱ B,f	۴/۲۷±۰/۰۱ C,fg	۳/۹۴±۰/۰۱ D,f
H	۴/۳۵±۰/۰۱ A,d	۴/۳۱±۰/۰۱ B,f	۴/۲۵±۰/۰۱ C,g	۳/۹۳±۰/۰۲ D,f
I	۴/۳۵±۰/۰۱ A,d	۴/۳۱±۰/۰۱ B,f	۴/۲۴±۰/۰۱ C,gh	۳/۹۸±۰/۰۲ D,e
J	۴/۳۴±۰/۰۱ A,d	۴/۳۰±۰/۰۱ B,f	۴/۲۲±۰/۰۱ C,h	۳/۸۷±۰/۰۳ D,g
K	۴/۴۳±۰/۰۱ A,b	۴/۳۸±۰/۰۲ B,d	۴/۳۶±۰/۰۱ B,d	۴/۱۲±۰/۰۱ C,c
L	۴/۴۲±۰/۰۱ A,bc	۴/۳۹±۰/۰۱ B,d	۴/۳۶±۰/۰۱ C,d	۴/۱۲±۰/۰۱ D,c
M	۴/۴۳±۰/۰۲ A,b	۴/۴۰±۰/۰۱ AB,cd	۴/۳۹±۰/۰۱ B,c	۴/۱۳±۰/۰۰ C,c
N	۴/۴۳±۰/۰۱ A,b	۴/۳۹±۰/۰۱ B,d	۴/۳۵±۰/۰۲ C,d	۴/۱۲±۰/۰۲ D,c
O	۴/۴۳±۰/۰۲ A,b	۴/۴۳±۰/۰۱ A,bc	۴/۴۲±۰/۰۱ A,b	۴/۱۷±۰/۰۱ B,b
P	۴/۴۶±۰/۰۱ A,ab	۴/۴۵±۰/۰۱ A,b	۴/۴۲±۰/۰۱ B,b	۴/۱۶±۰/۰۱ C,b
Q	۴/۴۵±۰/۰۱ A,ab	۴/۴۲±۰/۰۱ B,c	۴/۳۷±۰/۰۲ C,cd	۴/۱۴±۰/۰۱ D,c
R	۴/۴۷±۰/۰۱ A,a	۴/۴۷±۰/۰۱ A,a	۴/۴۵±۰/۰۱ A,a	۴/۱۴±۰/۰۳ B,c
S	۴/۴۶±۰/۰۲ A,ab	۴/۴۷±۰/۰۱ A,a	۴/۴۶±۰/۰۱ A,a	۴/۱۸±۰/۰۲ B,b
T	۴/۴۸±۰/۰۱ A,a	۴/۴۹±۰/۰۱ A,a	۴/۴۷±۰/۰۱ A,a	۴/۲۳±۰/۰۲ B,a

* حروف کوچک مشترک در هر ستون وحروف بزرگ مشترک در هر ردیف ،نشانگرعدم معنی‌داری درسطح ۵ % است.

کاهش pH و افزایش اسیدیته اساساً به دلیل رشد باکتری‌های اسید لاکتیک است که به واسطه رابطه «هم‌افزایی»[1] ویژه بین دو آغازگر ماست است(۳۹).افزایش زمان طی تخمیر و نگهداری، هر دو موجب افزایش روند کاهشی pH در نمونه‌های ماست می‌شود، بنابراین، زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری بر تغییرات pH خواهد گذاشت (۴۵).مطابق شکل۱ اثرات متقابل نوع عصاره(چویل و اسپیرولینا) در غلظت عصاره (سطوح ۰/۱ تا ۱ درصد) بر مقادیرpH نمونه‌های ماست پروبیوتیک از نظر آماری کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$). بین تیمارهای حاوی عصاره چویل، بالاترین میزان pH مربوط به تیمار حاوی ۰/۲ درصد از این عصاره (B) و بین تیمارهای حاوی عصاره اسپیرولینا، مربوط به تیمار محتوی ۱ درصد از این عصاره (T) بود که تفاوت معنی داری بین هر دو تیمار با سایر تیمارها وجود داشت ($p<0/05$). در کل، غلظت ۱ درصد عصاره اسپیرولینا، بالاترین pH را نشان داد. به نظر می‌رسد حضور عصاره‌های اسپیرولینا و چویل، فعالیت متابولیکی آغازگرهای ماست و ل. اسیدوفیلوس را افزایش داده است. این نتیجه، در پژوهش امیر دیوانی و همکاران[2] (۲۰۱۱) با بررسی اثر عصاره نعناع بر مقادیر pH ماست نیز حاصل گردید (۹).

1 - Synergistic

2 - Amir Divani



نمودار۱- اثرات متقابل نوع عصاره در غلظت عصاره‌بر مقادیر pH نمونه‌های ماست پروبیوتیک.

پروتئین‌های شیر تا حدودی ظرفیت بافری دارند، ولی تخمیر اسید لاکتیکی شیر، pH را به پائین‌تر از ۴/۶ کاهش می‌دهد که موجب تشکیل لخته می‌شود و ممکن است در دسترسی آزاد و راحت سوبسترا به آنزیم ایجاد اختلال کند.در روزهای اول نگهداری، با افزایش مقدار عصاره و به دنبال آن افزایش پیش ماده در دسترس جهت رشد میکروارگانیسم‌ها، فعالیت متابولیکی باکتری افزایش یافته و موجب کاهش pH در نمونه‌های حاوی عصاره شد. به‌علاوه، عصاره‌چویل دارای pH اسیدی است که خود می‌تواند بر میزان pH تیمارها مؤثر باشد. pH بالاتر تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره ا. پلاتنسیس نسبت به عصاره چویل می‌تواند به واسطه خاصیت بافریِ نسبی عصاره این ریزجلبکو تفاوت در ظرفیت بافری باشد(۸) که در گزارشات برخی از محققین نظیر کایر و همکاران[1] (۲۰۰۰) (۱۳) بیان شده است. ل.اسیدوفیلوسبا آغازگرهای ماست به ویژه ل. بولگاریکوس در تولید اسید رقابت می‌کند و از بیش ـ اسیدسازی آنها ممانعت می‌کند. از طرفی، خود پروبیوتیک‌ها از جمله ل. اسیدوفیلوس، تولید کننده کُند (نه تُند) اسید می‌باشندو در نتیجه، روند افزایش اسید، کُند است. تحریک رشد و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک و آغازگرها در محصولات تخمیری به واسطه حضور عوامل محرک رشد نظیر عصاره‌های گیاهی منجر به افزایش تولید اسید لاکتیک، افزایش مقادیر اسیدیته و متعاقباً کاهشpH می‌گردد (۲۹).این نتایج قابل توجیه است، زیرا با گذشت زمان نگهداری فرآورده‌های لبنی به ویژه انواع تخمیر شده نظیر ماست، آغازگرها (ل. بولگاریکوسوا.ترموفیلوس در مورد ماست) و نیز پروبیوتیک‌ها (در محصولات پروبیوتیک) فرصت بیشتری جهت فعالیت و اسیدسازی دارند (۲۴).بدین ترتیب، هرچه که از زمان نگهداری ماده غذایی تخمیری می‌گذرد، مقادیرpH کاهش خواهد یافت.

۳-۲- بررسی نتایج آب اندازی

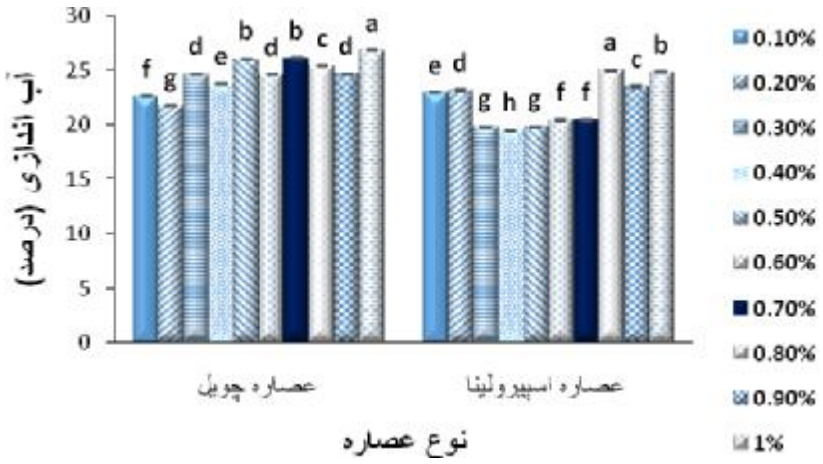
مطابق جدول ۳، روند تغییرات آب‌اندازی در مورد تمامی تیمارهای حاوی دو عصاره و نیز نمونه کنترل، افزایشی بود، اما در مورد تیمارهای محتوی عصاره اسپیرولینا، این روند تغییرات کُندتری داشت. بالاترین میزان آب‌اندازی در کل دوره نگهداری به تیمار حاوی بالاترین سطح عصاره چویل (J) مربوط می‌شد که تفاوت معنی‌داری با تمامی تیمارهای هر دو گروه و نمونه کنترل داشت ($p<0.05$).

1 - Caire et al

جدول ۳- روند تغییرات میانگین مقادیر آب اندازی (درصد) نمونه‌های ماست پروبیوتیک طی زمان نگهداری.

تیمارها	زمان نگهداری			
	روز اول	روز هفتم	روز چهاردهم	روز بیست و یکم
شاهد	۹/۱۱±۰/۰۱ ^{D,j}	۱۵/۵۶±۰/۱۶ ^{C,i}	۲۵/۸۸±۰/۰۶ ^{B,g}	۳۹/۵۲±۰/۹۹ ^{A,fg}
A	۱۰/۱۷±۰/۰۶ ^{D,h}	۱۵/۸۳±۰/۲۳ ^{C,i}	۲۶/۱۲±۰/۰۵ ^{B,f}	۳۸/۲۱±۰/۲۶ ^{A,h}
B	۹/۲۳±۰/۱۴ ^{D,j}	۱۶/۴۰±۰/۲۶ ^{C,h}	۲۵/۲۴±۰/۲۳ ^{B,h}	۳۶/۲۱±۰/۰۶ ^{A,i}
C	۱۳/۰۰±۰/۰۰ ^{D,c}	۱۶/۷۸±۰/۳۳ ^{C,gh}	۲۷/۹۱±۰/۰۹ ^{B,e}	۴۰/۸۱±۰/۳۸ ^{A,ef}
D	۱۰/۱۹±۰/۰۷ ^{D,h}	۱۷/۴۲±۰/۰۷ ^{C,f}	۲۶/۳۹±۰/۳۰ ^{B,f}	۴۱/۱۶±۰/۱۱ ^{A,e}
E	۱۳/۱۷±۰/۰۸ ^{D,b}	۱۸/۵۴±۰/۴۰ ^{C,bc}	۳۰/۲۰±۰/۱۷ ^{B,ab}	۴۲/۲۹±۰/۱۸ ^{A,d}
F	۱۰/۱۰±۰/۰۹ ^{D,h}	۱۶/۶۰±۰/۳۵ ^{C,h}	۲۹/۲۵±۰/۳۲ ^{B,bc}	۴۲/۴۹±۰/۵۳ ^{A,cd}
G	۱۲/۵۲±۰/۲۵ ^{D,d}	۱۸/۹۷±۰/۱۳ ^{C,b}	۲۹/۶۰±۰/۴۵ ^{B,b}	۴۳/۴۳±۰/۴۹ ^{A,b}
H	۱۲/۳۳±۰/۱۶ ^{D,d}	۱۸/۱۲±۰/۰۲ ^{C,d}	۲۷/۶۹±۰/۶۱ ^{B,e}	۴۳/۶۳±۰/۱۱ ^{A,b}
I	۹/۰۹±۰/۰۹ ^{D,j}	۱۸/۵۰±۰/۲۰ ^{C,c}	۲۸/۰۴±۰/۰۶ ^{B,e}	۴۲/۹۳±۰/۰۶ ^{A,c}
J	۱۳/۴۲±۰/۱۴ ^{D,a}	۱۹/۳۷±۰/۱۲ ^{C,a}	۳۰/۴۹±۰/۲۳ ^{B,a}	۴۴/۱۳±۰/۲۲ ^{A,a}
K	۱۱/۰۳±۰/۱۸ ^{D,g}	۱۷/۱۰±۰/۱۰ ^{C,g}	۲۴/۹۱±۰/۱۶ ^{B,hi}	۳۸/۷۷±۰/۳۷ ^{A,g}
L	۱۲/۰۹±۰/۰۹ ^{D,e}	۱۷/۰۳±۰/۰۶ ^{C,g}	۲۵/۴۶±۰/۱۹ ^{B,h}	۳۸/۰۰±۰/۰۰ ^{A,h}
M	۸/۷۶±۰/۲۵ ^{D,k}	۱۴/۴۳±۰/۲۵ ^{C,l}	۲۲/۰۳±۰/۷۶ ^{B,l}	۳۴/۱۳±۰/۰۴ ^{A,k}
N	۸/۰۸±۰/۰۷ ^{D,lm}	۱۳/۸۰±۰/۱۰ ^{C,n}	۲۲/۷۲±۰/۳۵ ^{B,kl}	۳۳/۲۶±۰/۰۶ ^{A,l}
O	۸/۱۱±۰/۰۲ ^{D,l}	۱۳/۰۹±۰/۰۹ ^{C,o}	۲۳/۳۳±۰/۳۳ ^{B,k}	۳۴/۷۶±۰/۴۱ ^{A,j}
P	۸/۱۷±۰/۰۷ ^{D,l}	۱۴/۰۲±۰/۰۶ ^{C,m}	۲۴/۰۸±۰/۰۷ ^{B,j}	۳۵/۵۱±۰/۴۳ ^{A,j}
Q	۷/۹۰±۰/۱۳ ^{D,m}	۱۵/۰۷±۰/۰۶ ^{C,j}	۲۴/۵۸±۰/۱۷ ^{B,i}	۳۴/۱۹±۰/۱۴ ^{A,k}
R	۱۱/۶۳±۰/۳۵ ^{D,f}	۱۸/۰۲±۰/۰۷ ^{C,e}	۲۸/۰۷±۰/۱۲ ^{B,de}	۴۲/۳۰±۰/۲۶ ^{A,d}
S	۹/۷۶±۰/۱۹ ^{D,i}	۱۴/۸۷±۰/۱۲ ^{C,k}	۲۸/۲۶±۰/۰۶ ^{B,d}	۴۱/۱۶±۰/۰۵ ^{A,e}
T	۱۲/۲۵±۰/۱۳ ^{D,de}	۱۷/۶۸±۰/۳۱ ^{C,ef}	۲۹/۰۳±۰/۰۶ ^{B,c}	۴۰/۳۲±۰/۳۳ ^{A,f}

کمترین سطح آب‌اندازی به تیمارهای حاوی عصاره اسپیرولینا به ویژه سطوح ۰/۳ تا ۰/۷ درصد عصاره مربوط می‌شد که مقادیر آب‌اندازی کمتری در مقایسه با نمونه کنترل داشتند و تفاوت بین این تیمارها و نمونه کنترل کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$). بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سطوح ۰/۸ تا ۱ درصد از هر دو عصاره، مقادیر بالاتری از آب‌اندازی را نتیجه داد. آب اندازی ماست به دلیل تغییرات pH و چروکیدگی ساختار سه بعدی شبکه پروتئینی رخ می‌دهد که منجر به کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب پنیر و خروج از ماست می‌گردد. این اتفاق می‌تواند مهمترین دلیل برای افزایش میزان آب اندازی در تیمارهای حاوی سطوح بالای عصاره باشد. ضمن اینکه در طول نگهداری ماست، مقدار اگزوپلی‌ساکارید کاهش یافت. اگزوپلی‌ساکاریدها موجب ثبات ساختمان ژل ماست شده و از آب اندازی جلوگیری می‌کنند. تخریب حرارتی بتا ـ لاکتوگلوبولین و بر همکنش آن با میسل‌های کازئین برخواص ژل درشیرهای تخمیری بسیارمؤثراست (۲۳).



نمودار۲ ـ اثرات متقابل نوع در غلظت عصاره بر مقادیر آب‌اندازی نمونه‌های ماست پروبیوتیک.

بر اساس شکل۲، سطوح مقادیر آب‌اندازی طی دوره نگهداری در تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره اسپیرولینا در مقایسه با عصاره چویل، پائین‌تر بود. خاصیت اسیدی عصاره چویل و تأثیر آن بر شبکه پروتئینی ژل ماست و نیز افرایش میزان اسیدیته می تواند از دلایل این نتیجه باشد. کمترین میانگین میزان آب اندازی در تیمارهای حاوی عصاره چویل و اسپیرولینا به ترتیب متعلق به تیمار محتوی ۰/۲ درصد (B) و ۰/۳ درصد (M) بود (شکل۲).

۳-۳- بررسی نتایج شدت رنگ($L^*a^*b^*$)

شاخص*L مُعرف میزان تیرگی ـ روشنینمونه است و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر می‌باشد (۳۳). مقادیر بین صفر تا ۱۰۰، خاکستری است(۳۴، ۳۵).

جدول٤- روند تغییرات میانگین مقادیر شاخص‌های رنگی(L*a*b*) نمونه‌های ماست پروبیوتیک طی زمان نگهداری.

تیمارها	شاخص روشنایی ـ تیرگی (L*)			
	روز اول	روز هفتم	روز چهاردهم	روز بیست و یکم
شاهد	۹۵/۱۷±۰/۸۹ A,ab	۹۵/۸۷±۰/٦٦ A,a	۹٤/۱۷±۰/۱٦ B,a	۹۵/۲۷±۰/۳۸ A,a
A	۸۹/۲۰±۰/۷۵ B,c	۹۱/۷۳±۰/٤۸ A,b	٦٦/۰٤±۱/۰۰ D,e	٦۹/۹٦±۰/۲۳ C,f
B	۸٦/۹۸±۰/٦۹ B,d	۸۹/٤٦±۱/٤۰ A,c	٦٤/۸٦±۱/۱٦ D,ef	۷۲/۹۷±۰/۰۳ C,e
C	۸۵/۰۱±۱/٤۰ B,de	۹۰/۲۲±۰/۰٦ A,c	٦۳/۸۵±۰/۵۱ D,f	۷۲/۸٦±۰/۵۷ C,e
D	۸٤/۵۰±۰/۲۲ A,e	۸٤/۵۰±۰/۲۷ A,e	٦۳/۹۳±۰/۷٤ C,f	٦۹/٤٤±۰/۳۸ B,f
E	۷۹/۵۹±۰/۷۱ B,g	۸٤/۹۹±۰/۱۱ A,d	٦۰/۱٤±۰/۰۳ D,g	٦۳/۵٤±۰/۳٦ C,i
F	۷٦/۱۲±۰/٤٤ B,h	۷۹/۳٤±۰/۹۹ A,f	٦۰/۵٦±۰/۵۳ D,g	٦۵/۹۰±۰/٦۰ C,h
G	۷٤/۱٦±۰/۲۷ B,i	۷۵/۱۸±۰/۰٦ A,i	۵۱/۵۹±۰/۲۹ D,kl	۵۳/٤۷±۰/٤۲ C,n
H	۷۰/۵٦±۱/۳۰ B,jk	۷۸/۲۲±۰/۰۹ A,g	۵۲/۰٦±۰/۹٦ C,k	۵۲/۲٦±۰/۲۸ C,o
I	۷۰/۸۹±۱/٦۵ A,jk	۷۲/۵۷±۰/۵۱ A,j	٤۹/۱٦±۰/۰۵ C,m	۵۰/۳۷±۰/۱۲ B,p
J	٦۷/۸۷±۱/٦٤ B,k	۷۰/۷۱±۰/٦۲ A,k	۵۰/۸٦±۰/٦۰ C,l	٤۹/۱٤±۰/۸۵ D,q
K	۹٦/۸۰±۱/۱۳ A,a	۹۵/۳۷±۰/۲٦ B,a	۹۲/۵۲±۰/۵۰ D,b	۹٤/۱۸±۰/۱٦ C,b
L	۹٤/۳۷±۱/۰۵ AB,b	۹۵/۱۲±۰/۷۳ A,a	۹۳/۷۱±۰/٤۵ B,a	۹۳/۸۲±۰/۱۲ B,c
M	۸٤/٦٤±۰/۷۳ A,e	۷۸/۲۰±۰/۰۹ B,g	۷۵/۰۷±۰/۹۹ C,c	۷٦/۰۹±۰/۱۸ C,d
N	۸۱/۹۲±۱/۵٤ A,f	۷٦/۱۳±۰/۱۲ B,h	۷۵/۲۰±۰/۳٦ C,c	۷۵/۷۳±۰/۲۷ C,d
O	۸۱/۳۱±۱/۱۳ A,f	٦۸/۳٦±۰/٤٦ B,l	٦۷/۸۵±۰/۵۷ BC,d	٦۷/۳۱±۰/۰۷ C,g
P	۷۵/٤۹±۱/۹۸ A,hi	٦۸/۱۱±۱/۰٦ B,l	۵۸/٤٤±۰/٤۹ C,h	٦۷/۳۵±۰/۲۹ B,g
Q	۷۲/٦۰±۱/۱۸ A,j	٦۵/٤۷±۱/۲۷ B,m	۵٦/٦۷±۰/٤۵ D,i	۵۸/٤۵±۰/۳٦ C,k
R	٦۷/۲۱±۱/۵۷ A,k	٦٦/٦۱±۱/۲۳ A,m	۵۸/۳۷±۰/۵۵ C,h	۵۹/۳۹±۰/۲٤ B,j
S	٦۷/۷۸±۱/۸۸ A,k	٦۳/۱۳±۱/۰٤ B,n	۵٦/۱۰±۰/۰۹ D,i	۵۷/٦۲±۰/۳۲ C,l
T	٦۳/٤۳±۱/۰۸ A,l	٦٤/٤۲±۰/۷۵ A,mn	۵٤/۱٤±۰/۱۲ C,j	۵۵/۵۹±۰/۵۲ B,m
	شاخص قرمزی ـ سبزی (a*)			
شاهد	۱۱/۸۲±۱/۰۱ A,a	۱۲/۳۰±۰/۰۹ A,b	۹/۰۷±۰/۱۹ B,d	۹/۱٤±۰/۰٦ B,c
A	۸/۹۱±۰/٤۵ A,bc	۷/۹٤±۰/۰۳ B,f	۷/۵۷±۰/٤۱ BC,f	۷/۲٦±۰/۰٤ C,g
B	۹/۲۲±۰/۸۸ A,bc	۷/۸۸±۰/۰۳ C,f	۸/٤۱±۰/۲۷ AB,e	۸/۲٤±۰/۰٦ B,e
C	۸/۹۲±۱/۱۹ A,bc	۷/۵۲±۰/٤۷ A,fg	۸/۰۲±۰/۰۸ A,f	۸/۰۰±۰/۰۰ A,f
D	۹/۷۱±۰/٦۹ A,b	۹/۱۰±۰/۰۹ A,e	۹/۰۸±۰/۱۷ AB,d	۸/۸۵±۰/۱۳ B,d
E	۹/۲۱±۱/۱۹ A,bc	۹/۱۰±۰/۱۹ A,e	۹/۰۸±۰/۱٤ A,d	۹/۰۸±۰/۲۰ A,c
F	۹/٤۵±۰/۵۹ A,b	۸/٦۹±۰/۳۷ B,e	۹/۳۷±۰/۳۰ A,d	۹/۲۳±۰/۰٦ A,c
G	۹/۷۰±۰/۷٤ B,b	۱۰/٤۳±۰/۱۱ B,d	۱۱/۱۱±۰/۰۱ A,c	۱۰/٦٤±۰/٤٦ B,b
H	۱۱/۳٦±۰/۵٦ B,a	۱۱/۵۷±۰/٤۱ B,c	۱۲/۰۳±۰/۰۵ A,b	۱۱/۹۷±۰/۰٦ AB,a
I	۹/۸۰±۰/۵۷ C,b	۱۲/٦۰±۰/۵۲ AB,ab	۹/۹۹±۰/۱۹ A,a	۱۲/۳۱±۰/٤۰ B,a
J	۸/٤۰±۱/۰۸ C,bc	۱۲/۹۱±۰/٤۷ A,a	۱۳/۰۳±۰/۱٤ A,a	۱۱/٦۹±۰/۲۹ B,a
K	−۹/۸۵±۱/۵۱ D,de	۷/۳۰±۰/۲٦ A,g	−۳/۱۷±۰/٦۷ C,i	۲/٤٦±۰/٤۷ B,j
L	−۸/۲۲±۱/۷۹ B,d	۷/۱٤±۰/۰٦ A,g	۷/۰٦±۰/۰۵ A,g	۷/۰٤±۰/۰٦ A,h
M	−۱۰/٤۱±۰/۸۹ C,de	٦/۷۱±۰/۳٤ B,g	٦/۸٤±۰/۰٦ B,h	۷/٤۹±۰/٤۵ A,g
N	−۸/۲۳±۱/۹٦ B,d	−٦/۸۹±۰/۵۳ B,h	−۷/٤۵±۰/۳٤ B,j	−۳/۱۵±۰/۱۵ A,j
O	−۷/۹۸±۱/٤۲ AB,d	−۷/۵۷±۰/۵۲ AB,h	−۸/۲۷±۰/۳۸ B,k	−۷/۰۹±۰/۰۹ A,l
P	−۱۳/۷۸±۲/۸۹ C,e	−۹/۱۲±۰/۹۵ B,i	−۱۰/۱۰±۰/۰۹ B,l	−۲/۲۸±۱/۳۹ A,j
Q	−۱۱/۸۲±۱/۸٦ C,e	−۹/۰۳±۰/۰٤ B,i	−۱۰/۳۸±۰/۵٤ C,l	−٦/٤۳±۰/٦۷ A,l
R	۷/۵۹±۰/۸٦ A,c	−۱۰/٤۹±۰/۲۵ C,j	−۱۱/۰۹±۰/۰۹ D,m	−۵/۱۲±۰/۱۲ B,k
S	۷/۰۲±۱/٦۲ A,c	−۱۲/۹۲±۰/٦٦ C,k	−۱۳/۵۵±۰/۳٦ C,n	−۹/۳۳±۱/۱۹ B,m
T	۱۲/۸۸±۱/۵٦ A,a	−۱۸/٦۷±۰/۵۵ C,l	−۲۰/۰۹±۰/۰۹ D,o	−۱۲/۱۸±۰/۱۸ B,n

ادامه جدول٤- روند تغییرات میانگین شاخص‌های رنگی(L*a*b*) نمونه‌های ماست پروبیوتیک طی زمان نگهداری

تیمارها	شاخص زردی ـ آبی (b*)			
	روز اول	روز هفتم	روز چهاردهم	روز بیست و یکم
شاهد	۲۸/۶۱±۰/۵۲ AB,a	۲۸/۹۲±۰/۱۱ A,a	۲۱/۹۷±۰/۲۶ B,c	۲۰/۱٤±۰/۰۳ C,d
A	۲٦/٤۸±۰/٦٦ A,b	۲۱/۰٤±۰/۰۸ B,i	۲۰/۸۵±۰/۱۵ B,d	۲۰/۰۹±۰/۰٦ C,d
B	۲٦/٦۹±۱/٤۲ A,b	۲٤/۷٦±۰/۰٦ B,d	۲۱/۰۹±۰/۰۹ C,d	۲۰/۲٤±۰/٤۰ D,d
C	۲۵/۸۳±۰/۲۱ A,b	۲۳/۹۷±۰/۱۵ B,e	۲۱/۲٤±۰/٤۷ C,cd	۲۱/۰٤±۰/۰٤ C,c
D	۲٦/٤٤±۱/۰٦ A,b	۲٤/٦۰±۰/۵٦ B,de	۲۱/۰۲±۰/۰٤ C,d	۲۱/۰۰±۰/۰۰ C,c
E	۲٦/۰۰±۱/۵۲ A,b	۲۳/۱۵±۰/۱۵ B,f	۲۲/۰۲±۰/۱۳ C,c	۲۰/۹۵±۰/۲۵ D,c
F	۲۷/۷۱±۱/۰۷ A,ab	۲٤/۲۲±۰/٤۷ B,de	۲۱/۵۷±۰/٤۱ B,cd	۲۰/۷۸±۰/۱۹ C,c
G	۲٦/۲۸±۱/۱٤ A,b	۲٤/۸۳±۰/۱۵ B,d	۲۳/۰۲±۰/۲۰ C,b	۲۱/۲۳±۰/٤۰ D,c
H	۲۷/٦۰±۱/٤٤ A,ab	۲۸/۳٤±۰/۲۷ A,b	۲٤/۳۰±۰/٤۲ B,a	۲۳/۰۹±۰/۰۹ C,a
I	۲۷/۲۳±۱/۵۱ A,ab	۲۲/۳۲±۰/۱۱ B,g	۲۲/۰۲±۰/۰٤ B,c	۲۲/۰۱±۰/۱٦ B,b
J	۲۳/۰۱±۱/٦۵ BC,c	۲۵/۲۱±۰/۰۹ A,c	۲٤/٦۳±۰/۰٦ B,a	۲۱/۹۷±۰/۰٦ C,b
K	۲۷/۱۹±۱/۹۵ A,ab	۲۲/۱٤±۰/۰٤ B,g	۲۰/۱٤±۰/۰٤ C,e	۱۸/۱۷±۰/۰٦ D,f
L	۲٦/۵٦±۱/۸۲ A,ab	۲۳/۱۸±۰/۱۸ B,f	۲۰/۰۵±۰/۰۹ C,e	۱۸/۱۷±۰/۲۹ D,f
M	۲۵/۹۸±۱/۱۸ A,b	۲۱/۷٦±۰/۲٦ B,h	۲۰/۲۰±۰/۲٦ C,e	۱۸/۱۱±۰/۱۱ D,f
N	۲۱/۸٦±۱/۲٤ A,c	۲۲/۳۲±۰/۳۳ A,g	۲۰/۱٦±۰/۰۱ B,e	۱۸/۹۰±۰/٤۰ C,e
O	۲٦/۵۰±۰/۷۹ A,b	۲۱/۸۳±۰/۱۹ B,gh	۲۰/۱۵±۰/۰٤ C,e	۱۹/۲۷±۰/۳۱ D,e
P	۲٦/٤۳±۱/۲۱ A,b	۲۲/۰۰±۰/۱۲ B,gh	۲۰/۸۵±۰/۱۵ C,d	۱۹/٦۷±۰/۲۹ D,d
Q	۲٦/۲٦±۰/۳٤ A,b	۲۳/۰٦±۰/۱۰ B,f	۲۰/۸٤±۰/۱٦ C,d	۱۹/۰۰±۰/۲۷ D,e
R	۲۵/۵٦±۰/٤٤ A,bc	۲۲/۰۹±۰/۰۹ B,gh	۲۱/۱۰±۰/۰۹ C,d	۱۹/۵۳±۰/۲٦ D,de
S	۲۵/۸٦±۱/۱۹ A,b	۲۲/٤۳±۰/٦۵ B,fg	۲۱/۸۹±۰/۲۵ B,c	۱۹/۷۲±۰/۲۷ C,d
T	۲۷/۳۲±۱/٦٦ A,a	۲۳/۸۱±۰/۱۷ B,e	۲۱/۱٤±۰/۱۳ C,d	۲۰/۰۰±۱/۰۰ C,d

مطابق جدول۴، با افزایش زمان ماندگاری تیمارها، از شدت روشنایی (L*) کاسته شد، در هر حال، تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره اسپیرولینا، میانگین روشنایی بیشتری (L* بیشتر) در مقایسه با عصاره چویل داشتند. در این راستا، نجیبار ـ لجکوو همکاران[1] (۲۰۱۳) گزارش کردند که افزودن عصاره چای سبز به ماست، پارامتر L* را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (۳۸).پروتئولیز ماست طی دوره نگهداری توسط آنزیم‌های پروتئاز میکروبی حاصل از آغازگرها، پروبیوتیک‌ها و یا افزودنی‌های مختلف می‌تواند ازعوامل مؤثر برکاهش پارامتر روشنایی (L*) ماست طی دوره نگهداری باشد (۲۶). افزایش شدت روشنایی در ماست می‌تواند ناشی ازتغییرآرایش کازئین‌های شیرو نیز افزایش انعکاس نور باشد که قادر است در اثر تجمع، ساختار متراکم‌تر و پیوندهای بین زنجیره‌ای بیشتری را ایجادکرده ودر نهایت موجب افزایش میزان پارامتر L* گردد (۱۰). تغییراین عوامل و ترکیبات، طی زمان نگهداری ممکن است موجب تغییرات رنگی ماست شوندکه البته مقدارآن کم بوده و تنها به صورت دستگاهی ممکن است قابل تشخیص باشد. در پژوهش شوکری و همکاران[2] (۲۰۱۷)، مکمل‌سازی ماست پروبیتیک با

1- Najgebauer-Lejko

2-.Shokeryet al

عصاره‌های برگ چای سبز و مورینگا[1] موجب کاهش مقادیر *L و افزایش مقادیر *b شد. به عبارت بهتر، نمونه‌های ماست در مقایسه با نمونه کنترل، تیره‌تر و زردتر بودند.شاخص*a میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است (۴۶). چنانچه *a به سمت مقادیر مثبت سِیر کند، رنگ به قرمز خالص و چنانچه به سمت مقادیر منفی تمایل یابد، رنگ به سبز خالص نزدیک می‌شود. در این مورد، گزارش شده است که افزایش میزان قهوه‌ای شدن رنگ نیز متناسب با افزایش میزان پارامتر رنگی*a است (۵). در پژوهش حاضر، از روز اول تا چهاردهم، از شدت*a کاسته شد و بعد از آن تا روز بیست و یکم، این میزان افزایش یافت. بین میانگین مقادیر*a در روز اول تا هفتم، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>0/05$)، اما تفاوت سایر روزها با هم کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$). در تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره اسپیرولینا، با افزایش‌سطح عصاره، میانگین مقادیر*a کاهش یافته و به سمت منفی (*a-) تمایل یافت. کمترین میانگین*a و به عبارت بهتر، شدیدترین رنگ سبز متعلق به تیمار حاوی بیشترین سطح عصاره اسپیرولینا (۱ درصد) بود. این نتایج با نتایج تحقیقات مهجوری (۱۳۹۰) در بررسی خواص کیفی بستنی غنی شده با جلبک ا. پلاتنسیس و کاهش شدت رنگ قرمزی و افزایش شدت رنگ سبز (a-) مطابقت دارد (۴).در هر حال، میانگین*a طی تمام روزهای مورد بررسی برای عصاره چویل، مثبت و برای عصاره اسپیرولینا، منفی بود که در عمل، به ترتیب، رنگ قرمز بیشتر و رنگ سبز شدیدتر را نشان می‌دهد. در مقابل این نتایج، غیاثی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی خواص کیفی ماست‌های طعم‌دار حاوی عصاره طعمی توت فرنگی (صفر، ۶، ۸ و ۱۰ درصد) و چغندر قرمز (صفر، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد)، کاهش معنی‌داری را درپارامترهای رنگی ماست طعم‌دارمیوه‌ای طی زمان نگهداری مشاهده نکردند. پروتئین‌های سِرُم برمقدار سبزیِ رنگ شیر مؤثر بوده و رنگ سبزدر ماست احتمالاًبه دلیل حضورترکیبات سِرُمی موجود در آن است(۴۸). شاخص‌های رنگی با بعضی از پارامترها نظیر pH همبستگی دارند. به گونه‌ای که کاهش میزان pH طی دوره نگهداری، می‌تواند موجب کاهش سفیدی و افزایش قرمزی و زردی ماست گردد (۱۷).بنابراین، در تیمارهایی نظیر تیمار ۰/۱ تا ۰/۳ درصد عصاره اسپیرولینا که پارامتر قرمزی a+ معنی‌دار است، این رنگدانه می‌تواند عاملی برای ظهور رنگ قهوه‌ای متمایل به قرمز باشد.این نتیجه با نتایج تحقیقات روزان وهمکاران[1] (۲۰۱۷) در بررسی اثر عصاره Roselle بر شدت پارامترهای رنگی ماست غنی‌سازی شده با آب هویج مطابقت دارد (۴۳). کایر و همکارن (۲۰۰۰) (۱۳) و وارگا و همکاران[2] (۲۰۰۲) (۵۱) در دو مطالعه مجزا اعلام کردند که به ترتیب افزودن «زیست توده» و «عصاره» ا. پلاتنسیس موجب کاهش میزان پارامتر*a و ایجاد رنگ سبز مطلوب از نظر پانلیست‌ها می‌گردد. شاخص*b میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰ + (زرد خالص) متغیر می‌باشد. b- به سمت آبی خالص و b+ به سمت زرد خالص می‌رود. ریبوفلاوین با رنگ زرد، بتاکاروتن موجود در بخش چربی شیر و فرآورده‌های آن و واکنش کاراملی شدن طی فرآیند حرارتی شیر از عوامل مؤثر بر زردی شیر می‌باشند (۲۰). مطابق جدول ۴، با گذشت زمان نگهداری، میانگین مقادیر*b کاهش یافت و تفاوت هر دو گروه از عصاره طی روزهای اول تا بیست و یکم، معنی‌دار بود ($p<0/05$). بین دو عصاره مورد بررسی در روز اول، بالاترین میانگین مربوط به عصاره چویل (26/32±0/13) بود. به طور کلی، عصاره چویل طی دوره نگهداری (۲۱ روز)، سطح میانگین بالاتری از *b را در مقایسه با عصاره اسپیرولینا نشان داد و به عبارت بهتر، شدت زردی در عصاره چویل بیش از عصاره اسپیرولینا بود.

1 - *Moringa oleifera*

[1]. Rozan et al
[2]. Varga et al

بالاترین میانگین*b به تیمار حاوی ۰/۸ درصد عصاره چویل (H) مربوط می‌شد که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای مورد بررسی و نمونه کنترل داشت (p<0/05). در تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره اسپیرولینا، با افزایش سطح عصاره از ۰/۴ درصد (N) تا ۰/۷ درصد (Q)، میانگین*b افزایش یافت. تیمار حاوی ۰/۴ درصد عصاره اسپیرولینا (N) کمترین میانگین*b را بین تمامی تیمارهای مورد بررسی نشان داد که با نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت (p<0/05).

کاهش میزان پارامتر*b و افزایش شدت رنگ آبی در عصاره اسپیرولینا را می‌توان به حضور رنگدانه آبی رنگ فیکوسیانین نسبت داد (۴۲). البته به نظر می‌رسد در حضور مقادیر بالای عصاره اسپیرولینا، حلالیت فیکوسیانین کاهش کمتری یافته و در نتیجه، میزان پارامتر*b کاهش می‌یابد (۱۳). تجزیه فیکوسیانین به شرایط تجمعی ساختمان پروتئینی آن بستگی داشته که این وضعیت تحت تأثیر فاکتورهایی نظیر دما، نور، غلظت پروتئین و pH می‌باشد (۳۰).اسپیرولینا منبع مناسبی از بتا- کاروتن، بتا- کریپتوزانتین و زئاگزانتین به عنوان مهمترین کاروتنوئیدها است که همه این رنگدانه‌ها طی فرایندهای اکسیداسیون به آستاگزانتین (۳ و ۳َ- دی هیدروکسی- بتا و بتا - کاروتن- ۴ و ۴َ - دی اِن) تبدیل می‌شوند که نارنجی پُررنگ است(۴۷). با توجه به حضور ترکیبات فنولیک در عصاره‌های اسپیرولینا و چویل مورد استفاده در پژوهش حاضر، می‌توان بخشی از تغییرات رنگی به ویژه تغییرات مرتبط با پارامتر« زردی - آبی» را توجیه نمود.

۳-٤- بررسی شمارش لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس

بر اساس جدول۵، با گذشت زمان نگهداریِ تیمارهای مورد بررسی‌تا پایان روز چهاردهم، میانگین تعدادل.*اسیدوفیلوس*، افزایش معنی‌داری در حد یک سیکل لگاریتمی نشان داد (p<0/05). در مقابل، از پایان روز چهاردهم تا بیست و یکم، تعداد باکتری پروبیوتیک یک سیکل لگاریتمی کاهش یافت، اما تعداد باقی‌مانده آن درانتهای دوره، بالاترازحد استاندارد مورد قبول و تعیین شده توسط FAO/WHO بود (جدول۵). میانگین تعداد ل. اسیدوفیلوس طی دوره نگهداری در تیمارهای حاوی عصاره اسپیرولینا به طور معنی‌داری بیش از عصاره چویل بودو تیمار محتوی۰/۷ درصد عصاره اسپیرولینا (Q)بالاترین میانگین را در روز پایانی نشان داد که با سایر تیمارها و نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت (جدول۵). در مورد ماست‌های پروبیوتیک، مهم‌ترین نکته، زنده‌مانی و قابلیت بقاء باکتری‌هاپروبیوتیک به کار رفته درمحصول است تا این باکتری‌ها بتوانند بیشترین تأثیرمثبت خود رابر جای گذارند (۵۱).برای دستیابی به مزایای سلامتی‌بخش ناشی از مصرف پروبیوتیک‌ها، تعداد میکروارگانیسم زنده تا زمان مصرف ماده غذایی پروبیوتیک می‌بایست در محدوده استانداردی باقی مانده باشد.تعداد قابل قبول پروبیوتیک‌ها در زمان مصرف، 10^6-10^8 cfu/ml اعلام شده است (۲۵).

جدول۵-روند تغییرات تعداد لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس (Log CFU/ml)در تیمارها طی زمان نگهداری*.

تیمارها	روز ۱	روز ۷	روز ۱٤	روز ۲۱
شاهد	۷/٤۹±۰/۰۱ C,d	۸/۲۳±۰/۰٤ A,c	۸/۱۱±۰/۰۱ B,e	۷/۰۰±۰/۰۰ D,g
A	۷/٤۱±۰/۰۲ C,e	۸/۲۱±۰/۰۲ A,cd	۸/۱٦±۰/۰۲ B,d	۷/۱٦±۰/۰٤ D,f
B	۷/۳۱±۰/۰۲ B,fg	۸/۱٤±۰/۰۱ A,e	۸/۱٦±۰/۰۲ A,d	۷/۱٦±۰/۰٤ C,f
C	۷/۳٤±۰/۰۱ B,f	۸/۲۲±۰/۰۷ A,c	۸/۱۲±۰/۰۳ A,de	۷/۱٤±۰/۰٤ C,f
D	۷/۲۸±۰/۰۲ C,g	۸/۲۰±۰/۰۲ A,d	۸/۱٤±۰/۰۱ B,d	۷/۱۳±۰/۰٤ D,f
E	۷/۲۲±۰/۰۲ B,h	۸/۱۰±۰/۰۰ A,f	۸/۱۰±۰/۰۱ A,e	۷/۰۷±۰/۰٦ C,f
F	۷/۲۱±۰/۰۲ B,h	۸/۱۲±۰/۰۲ A,ef	۸/۱۰±۰/۰۱ A,e	۷/۱۱±۰/۰۱ C,f
G	۷/۱٦±۰/۰۲ B,i	۸/۱۰±۰/۰۱ A,f	۸/۱۰±۰/۰۰ A,e	۷/۰۰±۰/۰۰ C,g
H	۷/۱۸±۰/۰۱ B,hi	۸/۰۲±۰/۰۳ A,g	۸/۰۰±۰/۰۰ A,f	۷/۱۰±۰/۰۲ C,f
I	۷/۱۱±۰/۰۱ B,j	۸/۰۷±۰/۰٦ A,efg	۸/۰۳±۰/۰٦ A,ef	۷/۱۱±۰/۰۱ B,f
J	۷/۱۲±۰/۰۲ B,ij	۸/۰۰±۰/۰۱ A,g	۸/۰۰±۰/۰۰ A,f	۷/۰۰±۰/۰۰ C,g
K	۷/٤۷±۰/۰۳ B,d	۸/۲۲±۰/۰۷ A,c	۸/۲۳±۰/۰۱ A,c	۷/۲۳±۰/۰۲ C,e
L	۷/۵۹±۰/۰۷ B,cd	۸/۲۹±۰/۰۲ A,c	۸/۲۸±۰/۰۳ A,b	۷/۲۵±۰/۰٦ C,e
M	۷/۵٤±۰/۰٦ B,cd	۸/۲۸±۰/۰۳ A,c	۸/۲۸±۰/۰۳ A,b	۷/۲٤±۰/۰٤ C,e
N	۷/۵۲±۰/۰۳ B,d	۸/۲۵±۰/۰۲ A,c	۸/۲۵±۰/۰۷ A,bc	۷/۳۳±۰/۰۱ C,d
O	۷/٦۵±۰/۰۵ B,c	۸/۲٤±۰/۰٦ A,c	۸/۲٦±۰/۰۵ A,bc	۷/۳۳±۰/۰۱ C,d
P	۷/٦۰±۰/۰٦ B,cd	۸/۲۹±۰/۰٤ A,bc	۸/۲٦±۰/۰۵ A,bc	۷/۳۷±۰/۰۳ C,d
Q	۷/۸۱±۰/۰۱ C,a	۸/۳۵±۰/۰۳ A,b	۸/۳۱±۰/۰۲ A,b	۷/۸۹±۰/۰۳ B,a
R	۷/۸٤±۰/۰۲ B,a	۸/۳۸±۰/۰۳ A,ab	۸/۳۵±۰/۰٤ A,b	۷/٤۵±۰/۰۳ C,c
S	۷/۷۷±۰/۰۱ B,b	۸/۳٤±۰/۰۳ A,b	۸/۳۱±۰/۰۳ A,b	۷/٦۵±۰/۰۵ C,b
T	۷/۸٤±۰/۰۳ B,a	۸/٤٤±۰/۰۳ A,a	۸/٤۲±۰/۰۲ A,a	۷/۵۱±۰/۰٤ C,c

* حروف کوچک مشترک در هر ستون وحروف بزرگ مشترک در هرردیف ،نشانگر عدم معنی‌داری درسطح ۵ % است.

در پژوهش حاضر، میانگین تعداد باکتری از روز اول تا هفتم، افزایش معنی‌داری معادل یک سیکل لگاریتمی را نشان داد. بیشترین میانگین تعداد باکتری مربوط به روز هفتم بود که با سایر روزها تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($p<0/05$). علت این افزایش ممکن است به دلیل افزایش مواد در دسترس برای رشد سویه پروبیوتیکی باشد. ل. اسیدوفیلوس و نیز باکتری‌های آغازگر ماست، آنزیم‌هایی خارج و داخل سلولی تولید می‌کنند که قادرند پپتیدهای فعال بیولوژیکی و برادی کینین را هیدرولیز نمایند. پروتئولیز فاکتورهای رشد ضروری را به صورت پپتیدها و اسیدهای آمینه جهت بهبود رشد و زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در محصولات فراهم می‌آورد.میانگین تعداد ل. اسیدوفیلوس طی دوره نگهداری (۲۱ روز) در تیمارهای حاوی عصاره اسپیرولینا بیشتر از چویل بود، تا جایی که بالاترین میانگین در روز بیست و یکم متعلق به تیمار محتوی۰/۷ درصد عصاره اسپیرولینا (Q) بود. در این مورد، کاویماندان و شارما[1](۲۰۱۵)، در بررسی تأثیر پودر

[1]. Kavimandanand Sharma

ا. پلاتنسیس(سطوح۰/۳، ۰/۵ و ۰/۸ درصد) بر خواص کیفی آب پنیر غنی‌سازی شده با *استرپتوکوکوستر موفیلوس NCIM 2412* و *استرپتوکوکوس کرموریس NCIM 2402* (۱ درصد) گزارش کردند که در حضور سطوح۰/۵ و۰/۸ درصد از این ریزجلبک، زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها افزایش معنی‌داری داشت و طی۲۱ روز نگهداری بالاتر از7 log cfu/ml بود (۲۵). اثرات مثبت ریزجلبک‌ها در زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک به دلیل وجود مواد مغذی محرک رشد نظیر اگزوپلی‌ساکارید، آدنین، هیپوگزانتین، اسیدهای آمینه آزاد، ویتامین‌ها و موادمعدنی است(۴۴). از روز چهاردهم تا بیست و یکم، کاهش تعداد ل. اسیدوفیلوس به اندازه یک سیکل لگاریتمی اتفاق افتاد. مهمترین دلیل این کاهش در روزهای پایانی را می‌توان به تولید قابل توجه اسید لاکتیک و فعالیت متابولیکی باکتری‌ها دانست که در نهایت موجب اسیدی‌تر شدن محیط می‌گردد. بنابراین، افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون به نوبه خود موجب کاهش تعدادکل باکتری‌های پروبیوتیک زنده می‌شود. این مسئله تا آنجا حائز اهمیّت است که برای غلبه براسیدی شدن، استفاده از ل. اسیدوفیلوس جهش یافته حساس به سرماوبامتابولیسم محدود شده دردمای پائین پیشنهاد گردیده است (۳۱). طی زمان نگهداری نمونه‌های ماست، با توجه به اثر تحریک‌کنندگی عصاره‌ها، فعالیت متابولیکی ل. اسیدوفیلوس به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و در نتیجه، قدرت اسیدسازی این سویه‌ها، افزایش خواهد یافت. این شرایط معمولاً در روزهای پایانی منجر به کاهش تعداد باکتری‌های پروبیوتیک می‌گردد. باکتری‌های آغازگر ماست بر خلاف پروبیوتیک‌ها حتی در طی نگهداری یخچالی نیز فعالیت دارند و از طریق تخمیر لاکتوز مقداری اسید لاکتیک تولید می‌کنند که باعث کاهشpH قابل توجهی در حین نگهداری می‌شوند. این مسئله باعث پدیده بیش‌ـ اسیدسازیدر محصولات حاوی باکتری‌های آغازگر طی نگهداری می‌شود. بیش ـ اسیدسازی یکی از دلایل افت شدید پروبیوتیک‌ها طی نگهداری در ماست است (۳۶). برخی از پژوهشگران از کاهش جمعیت ل. اسیدوفیلوس در ماست‌های تجاری به عنوان «مرگ اسیدوفیلوس» یاد می‌کنند و علت آن را به جمعیت بالای ل. بولگاریکوس نسبت می‌دهند. زمانی که این باکتری در محیط وجود داشته باشد، شدت کاهش pH افزایش می‌یابد. معمولاً برای حل این مشکل، تولید ماست پروبیوتیک حاوی ل. اسیدوفیلوس+ ب. بیفیدوم + ا. ترموفیلوس (موسوم به ماستABT) را توصیه می‌کنند (۵۲). در مقابل،برخی محققین نظیر سالمینِن و همکاران[1] (۲۰۰۳) اعلام کردند که ل. اسیدوفیلوس از نظر تحمل شرایط اسیدی، مقاوم‌تر از آغازگرهای ماست است (۴۴).می‌توان نتیجه گرفت که غلظت‌های بالاتر عصاره اسپیرولینا و غلظت‌های پائین‌تر عصاره چویل، اثر تحریک‌کنندگی بیشتری بر ل. اسیدوفیلوس‌به عنوان سویه پروبیوتیکی مورد استفاده در فرمولاسیون ماست داشتند. توانایی استفاده ل. اسیدوفیلوس از گالاکتوز و گلوکز حاصل از هیدرولیز لاکتوز می‌تواند دلیلی دیگر بر افزایش تعداد این پروبیوتیک در هفته‌های اولیه باشد (۳۱)که این جنبه نیز می‌تواند یکی از دلایل تعداد بالای ل. اسیدوفیلوس در ماست پروبیوتیک طی نگهداری باشد.

٤- نتیجه‌گیری

در این پژوهش از عصاره گیاه چویل و ریزجلبک ا. پلاتنسیس‌هر کدام در سطوح ۰/۱ تا ۱ درصد در فرمولاسیون ماست پروبیوتیک حاوی لاکتو*باسیلوس اسیدوفیلوس-La* 5استفاده گردید. به کارگیری هر دو عصاره توانست موجب کاهش سرعت نزولیpH و آب اندازی، بهبود رنگ ماست و افزایش معنی‌دار تعداد سویه پروبیوتیک طی ۲۱ روز نگهداری در یخچال گردد. با گذشت زمان، میزان pH کاهش و میزان آب اندازی افزایش یافت. با توجه به ماهیت عصاره‌های مورد بررسی،با افزایش زمان نگهداری تا روز چهاردهم، شدت روشنایی (L*) و شدت قرمزی (a*) کاهش و بعد از آن، افزایش یافت، در مقابل، پارامتر زردی (b*) طی زمان

[1]. Salminen et al

نگهداری کاهش یافت. با گذشت زمان نگهداری تا روز چهاردهم، تعداد سویه پروبیوتیک افزایش معنی‌داری داشت و بعد از آن، یک سیکل لگاریتمی کاهش یافت، اما بیش از تعداد تعیین شده استاندارد (10^{6}-10^{7} cfu/ml) در ماست پروبیوتیک بود. بنابراین می‌توان محصول تولیدی را «فراسودمند، فراویژه یا عملگر» نامید. در این مورد، تیمارهای حاوی سطوح مختلف عصاره ا. پلاتنسیس، میانگین تعداد باکتری بالاتری را در مقایسه با عصاره چویل نشان دادند. با توجه نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌گردد که درتحقیقاتی ازشکل‌های مختلف گیاه دارویی بومی چویل و ریزجلبک ا. پلاتنسیس به واسطه اجراء فراسودمندی نظیر ترکیبات ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدانی، پری‌بیوتیکی، رنگدانه‌های مختلف و انواع ویتامین‌ها در فرمولاسیون فرآورده‌های غذایی به ویژه محصولات لبنی و مواد غذایی بر پایه روغن نظیر مارگارین و شورتنینگ استفاده گردد.

۵- منابع

۱. حیدری مجد، م.، مرتضوی، س. ع.، اصیلی، ج. و بلوریان، ش.۱۳۹۱. بهینه‌سازی استخراج ترکیبات فنولیک از گیاه پونه گاوی(*Flomidoschema parviflora*) با استفاده از دستگاه اولتراسوند. *فصلنامه داروهای گیاهی*، سال سوم، شماره۱، ۷-۱۳.

۲. صوتی، م. ۱۳۹۳. تأثیر عصاره زیره سبز بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و حسی ماست موسیر. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۳. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۵. تعیین اسیدیته و pH در شیر و فرآورده‌های آن. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۵۲، چاپ اول.

٤. مهجوری، ن.۱۳۹۰. بررسی خواص فیزیکی وحسی بستنی غنی شده با جلبک اسپیرولینا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی ـ علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۵. یزدان پناه گنگ چین، م. وضیایی فر، ا. م.۱۳۹۳. ارزیابی رنگ چیپس سیب زمینی با تکنیک پردازش تصویر. *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد۲٤، شماره۲، ۲٤۷-۲۳۹.

6. Aghajani, A. R., Pourahmad, R. and Mahdavi adeli, H.R. 2012. Evaluation of physicochemical changes and survival of probiotic bacteria in synbiotic yogurt. *Journal of Food Bioscience and Technology*, 2:13-22.
7. Aghajani, A.R., Pourahmad, R. and Mahdavi adeli, H. R. 2014. Effect of oligofructose, lactulose and inulin mixture as prebiotic on physicochemical properties of synbiotic yogurt. *Journal of Food Bioscience and Technology*, 4(2):33-40.
8. Amatayakul, T., Sherkat, F. and Shah, N.P. 2006. Physical characteristics of set yoghurt made with altered casein to whey protein ratio and EPS-producing starter cultures at 9 and 14% total solids. *Food Hydrocolloids*, 20:314-324.
9. Amirdivani, S. and Salihin Baba, A. 2011. Change in yogurt fermentation characteristic and antioxidant potential and in vivo inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil. *Food Science and Technology*, 44: 1458-1464.
10. Aryana, K.J., Plauche, S., Rao, R.M., Mcgrew, P.andShah, N.P. 2007. Fat-free plain yoghurt manufactured with inulins of various chain lengths and *Lactobacillusacidophilus*. *Journal of Food Sciences*, 72:79–84.
11. Belay, A., Ota, Y., Miyakawa, K. and Shimamatsu, H. 1993. Current knowledge on potential health benefits

of Spirulina. *Journal of Applied Phycology*, 5(2): 235-241.
12. Bhowmik, D., Dubey, J. and Mehra, S.2009. Probiotic efficiency of *Spirulina platensis* – stimulating growth of lactic acid bacteria. *World Journal of Dairy and Food Sciences*, 4:160-163.
13. Caire, G.Z., Parada, J.L., Zaccaro, M. C. and Cano, M.M.S.2000. Effect of Spirulina platensis biomass on thegrowth of lactic acid bacteria in milk. *World Journal ofMicrobiology and Biotechnology*, 16: 563-565.
14. Charpe, T.W. and Rathod, V.K. 2012. Extraction of glycyrrhizic acid from liquorice rootusing ultrasound: Process intensification studies. *Chem Eng Process: ProcessIntens*, 54: 37-41.
15. Ekhtiarzadeh, H., Akhondzadeh Basti, A., Misaghi, A., Sari, A., Khanjari,A., Rokni, N, et al. 2012. Growth responseof *Vibrio parahaemolyticus* and *Listeria monocytogenes* in salted fish fillets as affected by *Zataria multiflora BOISS* essentialoil, nisin, and their combination. *Journal of Food Safety*, 32:263-269.
16. Fiszman, S.M., Lluch, M.A. and Salvador, A. 1999. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. *International Dairy Journal*,9(12): 895-901.
17. Garcia, P. F.J., Lario, Y., Fernandez, L.J., Sayas, E., Perez, A.J.A. andSendra, E .2005. Effect oforange fiber addition on yogurt color duringfermentation and cold storage. *Color Researchand Application*, 30: 457-463.
18. Ghasemi Pirbalouti, A. 2010. *Medicinal and aromatic plants (introduction and application)*.(3rd ed.). Shahrekord, Iran: IAU Press.
19. Guldas, M. and Irkin, R. 2010. Influence of Spirulina platensis powder on the microflora of yoghurt and acidophilus milk. *Mljekarstvo*, 60: 237-243.
20. Guler, Z. and Park, Y.W. 2009. Evaluation ofchemical and color index characteristics of goatmilk, its yoghurt and salted yoghurt. *Tropical. And Subtropical Agronomy Ecosystems*, 11:37-39.
21. Hadjiakhoondi, A., Aghel, N. and Etemadi, R.2002. Chemical and biological study of essential oil of *Ferulagomacrocarpa* (Fenzi) Boiss. *Hamdard Medicus*, 45:35-38.
22. Hekmat, S. and Reid, G. 2006. Sensory properties of probiotic yogurt are comparable to standard yogurt. *Journal of Nutrition Research*, 26:163-166.
23. Kailasapathy, K. 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effecton the sensory properties of yoghurt. *LWT-Food Science and Technology*, 39: 1221–1227.
24. Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P. andKondyli, E. 2002. Manufacture of yogurt rom stored frozen sheep's milk. *Food Chemistry*,77:413-420.
25. Kavimandan, A. and Sharma,S. 2015. Role of *Spirulinaplatensis* as an enhancer of probiotic organisms in whey. *International Journal of Diary Science Research*, 3(1): 1-6.
26. Kayanush, J.A., Hannah, T.B., Tatia, K.E. and Paulamcgrew, B. 2006. Lutein Is Stable inStrawberry Yogurt and Does Not Affect itsCharacteristics. *Journal of Food Science*, 71: 467-471.
27. Khan, N., Jeong, I.S., Hwang, I. M., Kim, J. S., Choi, S. H., Nho, E. Y. et al. 2013. Method validation for simultaneous determination of chromium, molybdenum and seleniumn infant formulas by ICP-OES and ICP-MS. *Food Chemistry*, 141: 3566–3570.
28. Khan, Z., Bhadouria, P. and Bisen, P.S. 2005. Nutritional and Therapeutic Potential of Spirulina. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 6(5): 373-379.
29. Kounev, Z. 2007. Supernatant symbiotic formula for the management of CDAD. *Bio Immersion Inc*,1-9.
30. Kuddus, M., Singh, P., Thomas, G. andAl- Hazimi, A. 2013. Recent developments in production and biotechnological applications of C-

Phycocyanin. *BioMed Research International*, 1-9.
31. Lacroix, C., Paquin, C. and Arnaud, J. P. 1990. Batch fermentation with Biotechnology. *Applied Microbiologyand Biotechnology*, 32: 403-408.
32. Mahmood, A., Abbas,N. and Gilani, A. H. 2008. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 45(2):275- 279.
33. Malien- Aubert, C., Dangles, O. and Amiot, M. 2001. Color stability of commercialanthocyanin-based extracts in relation to thephenolic composition. Protective effects byintra and intermolecular copigmentation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49:170-176.
34. Mendoza, F., Dejmekb, P. and Aguilera, J. M. 2006. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 41: 285–295.
35. Mery, D. and Pedreschi, F. 2005. Segmentation of colour food images using a robust algorithm. *Journal of Food Engineering*, 66: 353-360.
36. Modler, H.W. 1994. Bifidogenic factors, sources, metabolism and application. *International Dairy Journal*, 4: 383–407.
37. Molnar, N., Gyenis, B. and Varga, L. 2005. Influence of apowdered *Spirulina platensis* biomass on acid productionof lactococci in milk. *Milchwissenschaft*, 60: 380-382.
38. Najgebauer- Lejko, D., Zmudzinski, D., Anna Ptaszek, A. and Socha, R. 2013. Textural properties of yogurts with green tea and Pu-erh tea additive.*International of Journal and Food Science and Technology*,49:1149-1158.
39. Pakbin, B., Razavi, S.H., Mahmoudi, R. and Gajarbeygi, P. 2014. Producing probiotic peach juice. *Biotechnology and health sciences*,1(3):1-5.
40. Pan, X., Liu, H., Jia,G. and Shu,Y.Y. 2000. Microwave-assisted extraction of glycyrrhizic acid fromlicorice root. *Biochemistry Engineering Journal*, 5:173-177.
41. Parada, J.L., de Caire, G.Z., de Mule, M.C.Z. and de Cano, M. M. S. 1998. Lactic acid bacteria growth promotersfrom *Spirulina platensis*. *International Journal Food Microbiology*,45: 225-228.
42. Pinero Estrada, J. E, Bermejo Bescos,P. and Villar Del Fresno, A.M. 2001. Antioxidant activity of different fractions of *Spirulina platensis* protean extract. *Farmaco* (*Societa chimica italiana*), 56(5–7): 497–500.
43. Rozan, M., Darwish, A. and Bayomy, H. 2017. Effect of Roselle wxtract (*Hibiscus sabdariffa*) on stability of carotenoids, bioactive compounds and antioxidant activity of yoghurt fortified with carrot juice (*Daucus carota L.*). *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 12(2): 94-101.
44. Salminen, S., Playne, M. and Lee, Y. 2003. Successful probiotic lactobacilli: Human studies on probiotic efficacy, in: Shortt, C. and O'Brien, J.(eds). *Handbook of functional dairy probiotics*. London: CRC press.
45. Shah, N.P. 2000. Symposium: prodiotic bacteria: selective enumeration and surrival in dairy foods. *Journalof Dairy Science*, 83: 894-907.
46. Shokery, E.S., El-Ziney ,M. G., Yossef, A. H. and Mashaly, R. I. 2017. Effect of Green Tea and Moringa Leave Extracts Fortification on the Physicochemical, Rheological, Sensory and Antioxidant Properties of Set-Type Yoghurt. *Journal of Advanced Dairy Research*, 5(2):1-10.
47. Talcott, S.T., Brenes, C.H., Pires, D.M. and DelPozo-Insfran, D. 2003. phytochemical stability and color retention of copigmented andprocessed muscadine grape juice .*Journal of Agriculture and FoodChemistry*, 51:957-963.
48. Tan, G. and Korel, F. 2007. Quality of flavoredyogurt containing added coffee and sugar .*Journal of Food Quality*, 30: 342-356.

49. Tarakci, Z. 2010. *Kafkas Univ Vetriner Fakul Dergisi*,16(2): 173-178.
50. Tharmaraj, N. and Shah, N.P. 2003. Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, Bifidobacteria, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and Propioni bacteria. *Journal of Dairy Science Association*, 86: 2288-2296.
51. Varga, L., Szigeti, J., Kovacs, R, Foldes,T. and Buti, S. 2002. Influence of a *spirulina platensis* biomass on the microflora of fermented ABT milks during storage (R1). *Journal of Dairy Science*, 85:1031-1038.
52. Young, C.K. and Nelson, F.E. 1987. Survival of *Lacto bacillusacidophilus* in sweet acidophilus milk during refrigerated storage. *Journal of Food Protection*, 41(4):248-250.
53. Zare, F., Boye, J.I., Orsat, V., Champagne, C. and Simpson, B.K. 2011. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. *Food Research International*, 44(8): 2482-2488.

(Original Research Paper)

The Comparsion of the Effect of *Spirulina platensis* and Chevil (*Ferulagoangulata*) Extract on the *Lactobacilusacidophilus* Viability, pH, Syneresis and Color Parametersof Functional Yoghurt

Abdolreza Aghajani[1], Seyyed Ali Mortazavi[2*], Farideh Tabatabai Yazdi[2], Masoud Shafafi Zenozian[3], Mohammad Reza Saedi Asl[3]

1-Department of food science and Technology, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.
2- Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.
3- Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar,Iran.

Received:04/11/2018 Accepted:05/03/2019

Abstract

In this study, after the extraction of *F.angulata* and microalgae *Spirulinaplatensis* by ultrasound technique and ethanol (۹۹/۷۰ %), levels of 0/1 to 1% of both extracts were injected into milk samples, according to the formulation, and probiotic yogurt containing *LactobacillusacidophilusLa-5* wasprepared. Then,determination of pH, color and probiotic count was donewithin 21 days. By increasing the storage time, the pH and syneresis values decreased and increased respectively.Treatments containing different levels of Chevil extract showed lower pH and more syneresis in comparsion with Spirulina extract. Regarding color parameters (L*a*b*), increasing the storage time until the 14th day, the lightness intensity (L*) decreased and the green intensity (a*) of the samples increased. From the 14th day until the end of period, the L* and a* values was increased and decreased respectively.Treatments containing *F.angulata* extract, had a less L* value and greater a* value than *S. platensis*extract. The b* value decreased over time, and the highest mean (more yellowness) was related to the treatments containing *F.angulata* extract. During cold storage until 14 d, *L.acidophilus* count increased significantly, and then, declined 1 logarithmic cycle, but it was more than the standard number in probiotic yogurt. Treatments containing *S. platensis*extract showed a higher count of *L. acidophilus*.The use of *S. platensis* extract in comparison with *F.angulata* extract, yielded better results in terms of pH, color and probiotic count. The use of both extracts could improve yogurt color and increase the probiotic count.

Key words: *Spirulinaplatensis*, *Ferulagoangulata*, Color, *Lactobacilusacidophilus*, Probiotic Yoghurt.

* Corresponding Author: morteza1937@yahoo.com