(مقاله پژوهشی)

بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی دوغ پروبیوتیک حاوی صمغ دانه شاهی و جلبک اسپرولینا پلاتنسیس

پگاه جلالوند[۱]، علیرضا شهاب لواسانی[۲*]، اورنگ عیوض زاده[۳]

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم وصنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین – پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

۲- مرکز تحقیقات فناوری های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین – پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

۳- استادیار، گروه علوم وصنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین – پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۴

چکیده

فراوانی ترکیبات زیستی مهم در جلبک‌ها، فرصت‌های جدیدی را در تولید محصولات لبنی فراسودمند فراهم می‌کند. در این میان دوغ به عنوان یک نوشیدنی مغذی سنتی ایران حائز اهمیت است. در این پژوهش،اثرات افزودن پودر جلبک اسپیرولینا (۰/۳، ۰/۵ و ، ۰/۸ درصد وزنی/وزنی) و صمغ دانه شاهی (۰/۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۳ درصد وزنی/وزنی) به دوغ گرمادیده حاوی باکتریهای پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس LAFTI B94* بررسی گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از طرح کاملاً تصادفی، جهت تجزیه و تحلیل واریانس‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و برای تحلیل و مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۹۵ ٪ استفاده شد. نتایج نشان داد که در کلیه نمونه ها، با افزایش زمان نگهداری، درصد ماده خشک و دوفاز شدن به‌طورمعنی‌داری افزایش($p\leq۰/۰۵$) یافت و همچنین با افزایش میزان صمغ دانه شاهی و *اسپیرولینا پلاتنسیس*، میزان ماده خشک نمونه‌های دوغ افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) یافت. با افزایش صمغ دانه شاهی و *اسپیرولینا پلاتنسیس*، به‌طور معنی داری درصد دوفاز شدن کاهش یافتند ($p\leq۰/۰۵$). در کلیه نمونه ها، زنده مانی باکتری های پروبیوتیک با افزایش زمان نگهداری و افزایش میزان صمغ شاهی و *اسپیرولینا پلاتنسیس* به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq۰/۰۵$). نتایج نشان داد با افزودن ۰/۰۵ درصد وزنی *اسپیرولینا پلاتنسیس*، ۰/۰۲ درصد وزنی صمغ دانه شاهی به دوغ پروبیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* می توان به ویژگی های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی مطلوب رسید.

واژه های کلیدی:: اسپیرولینا پلاتنسیس، پروبیوتیک، زنده‌مانی، دوغ، صمغ دانه شاهی.

*مسئول مکاتبات: shahabam20@yahoo.com

۱-مقدمه

دوغ نوعی نوشیدنی لبنی است که از ماست تهیه‌شده و اولین بار هندی‌ها آن‌ها تحت نام لاسی تهیه نمودند که دو طعم شور و شیرین داشت. امروزه دوغ در ایران و برخی کشورهای دیگر از جمله ترکیه (با نام آیران)، هندوستان، آذربایجان، ارمنستان، افغانستان به عنوان یک نوشیدنی مغذی و مقوی در مقایسه با انواع نوشیدنی‌های دیگر قابل‌توجه می‌باشد. دوغ نوشیدنی است که می‌تواند تأمین کننده یک -چهارم نیاز روزانه به کلسیم و ویتامین‌های B2، B6 و B12 باشد. از دیگر خواص تغذیه‌ای این نوشیدنی می‌توان به افزایش متابولیت مغذی و بهبود جذب کلسیم و قابلیت هضم بیشتر نسبت به شیر اولیه اشاره کرد(۲۷). در ضمن این فرآورده به عنوان سوسپانسیون پروتئینی شناخته می‌شود و مهم‌ترین مشکل کیفی آن دو فاز شدن طی زمان نگهداری است (حدود ۵۵-۵۰ درصد جداسازی فازی طی یک ماه) که از لحاظ ظاهری، شکلی نامطلوب و غیریکنواخت دارد بنابراین جهت برطرف کردن این مشکل استفاده از هیدروکلوئیدها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (۱۸).در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (۱۸).صمغ‌های حاصل از دانه‌ها افزودنی‌های غذایی مهمی در صنایع غذایی به شمار می‌روند. دانه شاهی با نام علمی *لپیدیوم ساتیوم* [1]از خانواده *کروسیفرا* بوده و در انگلیسی عموماً تحت عنوان شاهی باغی و در هندوستان به زبان بومی تحت عنوان هالیوه یا چندراشور نامیده می‌شود (۳). دانه‌های شاهی قهوه‌ای رنگ مایل به قرمز، طول حدود ۳۰۰ میکرومتر و پهنای حدود ۱۰۰ میکرومتر و بیضی شکل هستند. ۱۰۰ دانه دارای وزنی حدود ۰/۲ گرم دارند. هنگامی‌که دانه‌ها در آب خیسانده می‌شوند به سرعت آب جذب می‌کنند و یک مایع چسبناک و بی‌مزه‌ای را تولید می‌کنند. مشخص شده است که دانه‌ها حاوی یک مقدار بسیار زیاد ترکیبات موسیلاژی هستند (۲۹). موسیلاژهای دانه‌ای و پلی ساکاریدهای گیاهی به دلیل قیمت مناسب و دسترسی آسان اهمیت ویژه‌ای دارند از این‌رو برای عصاره هیدروکلوئیدی دانه‌شاهی می‌توان یک بازار مناسب جهت جایگزینی برای بعضی از هیدروکلوئیدهای موجود فراهم نمود (۱۱). دوغ نوشیدنی است که علاوه بر مزایای تغذیه‌ای می‌تواند حاوی باکتری‌های مفیدی باشد که اثرات زیادی بر سلامت دستگاه گوارش دارند به طوری که مصرف مداوم آن می‌تواند موجب عدم رشد میکروارگانیسم‌های مضر شود. فرآورده‌های پروبیوتیکی حاوی باکتری‌های مفیدی هستند که پس از مصرف در روده ساکن می‌شوند و اثرات مفیدی در سلامتی انسان بر جای می‌گذارند (۲۸). مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین گونه پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* بوده و به همراه *بیفیدوباکتریوم*، مهم‌ترین میکروارگانیسم پروبیوتیک به شمار می‌رود. *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در مقایسه با *لاکتوباسیلوس لاکتیس*، باکتری‌های آغازگر ویژه ماست ،*لاکتوباسیلوس پاراکازیی*، *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* و *بیفیدوباکترها*، مقاوم ترین گونه به شیره معده و نمک‌های صفراوی است. بهینه رشد و فعالیت این باکتری دمای ۴۰-۳۵ °c و pH ۶-۵/۵ می‌باشد. به فرآورده‌های اسیدی نظیر ماست، حساس است. کلنی‌ها به رنگ کرم بوده و به دو شکل دیده می‌شوند، یکی به صورت دایره‌ای کامل با سطح نسبتاً صاف و وسیع بوده و دیگری به شکل دایره‌ای نامنظم و شبه مثلثی می‌باشد (۱۳). بسیاری از خصوصیات بیفیدوباکتریوم ها مشابه با لاکتیک اسید باکتری‌ها است. این باکتری‌ها گرم مثبت، بی‌هوازی اجباری و بدون اسپور بوده و بسته به شرایط کشت به اشکال Y وV، میله‌ای خمیده و منحنی دیده می‌شوند. تمامی گونه‌ها با منشأ انسانی قادر به استفاده از قندهای گلوکز، گالاکتوز، لاکتوز و فروکتوز به‌عنوان منبع کربن و آمونیوم به‌عنوان منبع نیتروژن هستند. رشد بهینه باکتری‌های بیفیدوباکتریوم درpH ۶- ۷ ، بهینه دمای رشد آن‌ها در ۳۷ -۴۱ درجه سانتی‌گراد صورت می‌گیرد و همچنین می‌توانند در یک محیط نیمه سنتزی که حاوی فقط ۳ اسیدآمینه، ویتامین و اسیدهای نوکلئیک فراوان، لاکتوز و برخی مواد مغذی باشد، رشد نمایند(۲۵). از اثرات سودمند بیفیدوباکترها در بدن انسان، می‌توان به

1- *Lepidium Sativum*

افزایش متابولیسم پروتئین‌های شیر به علت دارا بودن فسفو پروتئین فسفاتاز، افزایش تولید ویتامین‌هایB12, B6، B2، B1، اسید نیکوتنیک و اسیدفولیک (۲۳)، فعالیت ضد باکتریایی علیه انواع باکتری‌های بیماری‌زا و فسادزا مانند *اشریشیاکلی*[۲]*،استافیلوکوکوس اورئوس*[۳]*، شیگلا دیسانتری*[۴]*، سالمونلا تیفی*[۵]*و کاندیدا آلبیکانس*[۶] و تولید آنتی‌بیوتیکی به نام بیفیدین از *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* (۳۳)، جلوگیری از یبوست با تحریک حرکات روده با استفاده از اسیدهای آلی تولیدشده و افزایش سیستم ایمنی بدن نسبت به محرک‌های خارجی و فعالیت ضد توموری اشاره نمود (۳۰). با توجه به سرانه مصرف لبنیات در ایران که ۸۵ تا ۹۰ کیلوگرم می‌باشد استفاده از موادی که خواص و مزیت‌های این نوشیدنی را افزایش دهد حائز اهمیت است (۸). براین اساس یکی از گروه‌های غذایی که امروزه مورد تأکید است ریز جلبک‌ها هستند که به دلیل تعادل ترکیبات شیمیایی، منابع زیستی مهمی برای تولید محصولات و کاربردهای جدید بوده و می‌توانند به عنوان بهبوددهنده ارزش تغذیه‌ای غذاها مورد استفاده قرار گیرند. آن‌ها حاوی مواد ارزشمند مانند اسیدهای‌چرب غیراشباع، رنگ‌دانه‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها، ترکیبات دارویی و دیگر ترکیبات فعال زیستی هستند (۸). همچنین می‌توانند با محصولات غذایی مثل پاستا، بیسکوئیت‌ها، نان، اسنک‌ها، ماست و نوشیدنی‌های غیرالکلی مانند دوغ ترکیب شوند و اثرات سلامت بخش نشان دهند. اسپیرولینا یکی از ریزجلبک‌های غذایی پرکاربرد است که از سوی سازمان جهانی بهداشت به عنوان غذای برتر شناخته شده است (۴) و رشته‌ای سبز-آبی است که با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن هوا همزیستی دارد. *اسپیرولینا* می‌تواند به شکل میله‌ای یا گرد باشد. رنگدانه فتوسنتزی آن فیکوسیانین است که رنگ آبی دارد. این ریزجلبک‌ها همچنین شامل کلروفیل a وکارتنوئیدها هستند (۲۲). اسپیرولینا حاوی ریزمغذی و درشت مغذی‌های مثل پروتئین، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب غیراشباع، مواد معدنی (۱۹)، ویتامین‌های گروه B، E، K، A و عناصری مانند پتاسیم و آهن است (۲۱). نکته قابل توجه در اسپیرولینا وجود ۶۵ تا ۷۱ درصد وزن خشک‌پروتئین است درحالی‌که گوشت گوساله ۲۲ درصد پروتئین دارد (۸). به طور کلی ریزجلبک‌ها به واسطه دارا بودن ترکیبات سلولی خاص تأثیر مثبتی بر قابلیت زیستی پروبیوتیک‌ها دارند(۱۷). تاکنون پژوهشگرانی نظیر محمدی الستی و همکاران (۱۳۹۵)تأثیر غلظت‌های مختلف جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر برخی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی ماست اسفناج پروبیوتیک (۱۲)، رسولی و همکاران (۱۳۹۶) بهینه‌سازی فرمولاسیون بستنی سنتی ایرانی با *اسپیرولینا پلاتنسیس* (۱۹)، شفیعی و گلی (۱۳۹۹) بهینه‌سازی فرمول پودینگ طالبی با کمک جایگزینی *اسپیرولینا پلاتنسیس* و استویا با شیرخشک و شکر به روش سطح پاسخ (۲۰)، Mazinani و همکاران(۲۰۱۶) تأثیر *اسپیرولینا پلاتنسیس* در خواص فیزیکی و زنده بودن از *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* از پروبیوتیک پنیر فتا UF (۲۶)، را بررسی نمودند. فراوانی ترکیبات زیستی مهم در جلبک‌ها، فرصت‌های جدیدی را در تولید محصولات‌لبنی فراسودمند فراهم می‌کند. بنابراین با توجه به اهمیت نوشیدنی همچون دوغ در ایران هدف در پژوهش حاضر تولید دوغ پروبیوتیک غنی‌شده با استفاده از جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱-مواد

شیر از دامداری محلی (محله کوهسار-تهران)، استارترهای ماست (*استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *دلبروکی* زیرگونه *بولگاریکوس*) از شرکت (Hansen Denmark)، صمغ دانه‌شاهی از شرکت ریحان‌گام پارسیان-ایران، محیط کشت MRS Agar، محیط کشت MRS Broth، سیستئین

2- *Escherichia coli*

1- *Staphylococcus aureus*
2- *Shigella dysentery*
3- *Salmonella typhi*
4- *Candida albicans*

هیدروکلوئید، کلیندامایسین و موپیروسین، سود ۰/۱ نرمال از شرکت مرک–آلمان و سویه‌های پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس *La5* و بیفیدوباکتریوم لاکتیس *LAFTI B94* بصورت لیوفیلیزه و جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس بصورت پودر ازسازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه گردید.

۲-۲-روش ها

۲-۲-۱-روش تهیه نمونه‌های دوغ

برای تولید دوغ، شیر (۱/۵ درصد چربی و ۱۱ درصد ماده خشک) کاملاً هموژنیزه شده و سپس در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شد: سپس تا دمای تلقیح (۴۰ درجه سانتی‌گراد) سرد و به آن ۱ درصد استارتر ماست افزوده شد و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به pH برابر با ۴/۴ گرمخانه‌گذاری شد. بعد از گرمخانه‌گذاری لخته‌ها توسط دستگاه هموژنایزر شکسته شد و سپس ۱۰میلی‌لیتر از سوسپانسیون باکتری‌های پروبیوتیک آزاد و آب (نسبت ۱ به ۴) به آن اضافه و کاملاً هم زده شد تا مخلوطی یکنواخت به دست آید. این محصول برای انجام آزمون‌های مربوطه در یخچال قرارداده شد. نمونه‌های ماست پس از اتمام زمان تبخیر به یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) منتقل شدند. پس از طی زمان ۱۲ ساعت به نسبت ۵۰:۵۰ آب به ماست اضافه گردید. در این مرحله نمک نیز به میزان ۰/۰۱ ± ۰/۷ به این ترکیب اضافه شد. نمونه دوغ تهیه‌شده به ۴ قسمت مساوی تقسیم و برای غیرفعال کردن باکتری‌های آغازگر، فرایند حرارتی در شرایط استریل در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه اعمال شد. پس از سرد شدن دوغ تا دمای ۴۴ درجه سانتیگراد، مقادیر جلبک *اسپیرولینا* (۰/۳، ۰/۵ و ۰/۸ درصد وزنی/وزنی) و صمغ دانه شاهی (۰/۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۳ درصد وزنی/وزنی) به صورت پودری به نمونه‌ها اضافه و سپس میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک به‌صورت درصد وزنی به تیمارهای دوغ اضافه گردید و جهت انجام آزمون‌های تحقیق در روزهای ۱، ۱۱ و ۲۱ نگهداری شدند (۱).

۲-۲-۲-آزمونها

۲-۲-۲-۱-آزمون اندازه‌گیری pH

اندازه‌گیری این شاخص در نمونه، مطابق با دستور العمل شماره ۲۸۵۲ استاندارد ملی ایران انجام گرفت. pH دوغ با استفاده از دستگاه pHمتر (Metrohm ،آلمان) اندازه گیری شد. نمونه را داخل بشر ۵۰ میلی لیتری ریخته و الکترود pHمتر پس از تنظیم به طور کامل در داخل نمونه قرار گرفت. دمای نمونه باید در حدود°C ۲۵ باشد. پس از ثابت شدن عدد pH متر، میزان pH تعیین گردید (۱۴).

۲-۲-۲-۲-آزمون اندازه‌گیری اسیدیته

اندازه‌گیری این شاخص مطابق با دستور العمل شماره ۲۸۵۲ استاندارد ملی ایران به روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال در حضور فنل فتالئین انجام گردید (۲۲).

۲-۲-۲-۳-اندازه گیری درصد ماده خشک

ماده خشک دوغ مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۶۳۷ اندازه‌گیری گردید. برای این منظور مقدار معینی از نمونه، تا به دست آمدن وزن ثابت به وسیله حرارت خشک و وزنی که پس از خشک شدن به دست می‌آید به عنوان ماده خشک شیر در نظر گرفته می‌شود (۱۵).

۲-۲-۲-٤-درصد دوفاز شدن

برای اندازه‌گیری دو فاز شدن دوغ از روش فروغی‌نیا و همکاران (۱۳۸۸) استفاده گردید. برای تعیین میزان دو فاز شدن از لوله‌های آزمایش به قطر ۱/۴ و طول ۱۶ سانتی‌متر استفاده گردید. این لوله‌ها تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری از سمت پایین نشانه‌گذاری شد، این ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری معادل ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد. سپس نمونه‌ها تا خط نشانه داخل لوله ریخته و پس از درب بندی با ورق آلومینیومی، به صورت کاملاً عمودی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان دو فاز شدن در زمان‌های مورد نظر از فاصله خط نشانه (در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری) تا خط ایجاد شده بین دو فاز با خط کش اندازه‌گیری شد به طوری که هر میلی‌متر معادل یک درصد میزان جداسازی فازی باشد البته لوله‌ها و درب پوش‌های مورد استفاده قبلاً داخل فور

در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت سترون شده و پس از خنک شدن مورد استفاده قرار گرفت تا احتمال رشد میکروبی و آلودگی ثانویه به کم‌ترین میزان ممکن برسد (۱۰).

۲-۲-۲-۵-شمارش باکتری‌های پروبیوتیک

سویه *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* بی‌هوازی بوده و در شرایط هوازی قادر به رشد نیست و شکل کلنی‌های آن متمایل به سفید، مدوّر یا دوکی‌شکل تاحدودی ستاره‌ای است. برای کشت و شمارش باکتری‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* از محیط کشت MRS-Agar در شرایط هوازی، گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت استفاده گردید و برای کشت و شمارش باکتری *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* از محیط کشت MRS-Agar حاوی افزودنی‌های محلول آبگوشت سیستئین هیدروکلوئید و محلول آبگوشت میوپیروسین تحت شرایط بی هوازی با کاربرد جار بی‌هوازی به همراه گازپک (MERK) و گرمخانه‌گذاری با دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت انجام گردید(۳۱).

۲-۲-۲-٦-ارزیابی حسی

جهت انجام آزمون حسی از یک گروه ۵ نفره آموزش دیده که متشکل از دانشجویان کارشناسی‌ارشد صنایع غذایی دانشگاه ورامین و آشنا به ارزیابی حسی مواد غذایی بودند در محدوده سنی ۲۶ تا۳۰ سال، استفاده گردید. ارزیابی حسی نمونه‌ها بر طبق استاندارد روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب معادل خیلی بد، بد، متوسط، خوب و خیلی خوب) قرار گرفت. نمونه ها در ظروف مجزا گذاشته شد و با کدهای فرمولی به همراه فرم امتیاردهی و یک لیوان آب به هر داور داده شد.در مرحله بعدی،مجموع امتیازات نمونه ها و همچنین اختلافات هر یک از آنها در مورد ویژگی پذیرش کلی در سطح ۵ درصد مقایسه گردید (۳۱).

۲-۲-۲-۷-روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، پارامتریک ولی آزمون های حسی،ناپارامتریک هستند .بنابراین، برای آزمون های فیزیکوشیمیایی از مدل اندازه گیری های تکرار شده استفاده گردید و برای آزمون حسی، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی استفاده شد و مطابق با جدول (۱) معرفی تیمارهای تحقیق در نهایت ۵ تیمار بررسی شد. جهت تجزیه و تحلیل واریانس ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد و برای تحلیل و مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۹۹ درصد استفاده شد همچنین جهت ترسیم نمودارها از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ استفاده شد.

جدول (۱)- معرفی تیمارهای تحقیق

تیمار	تراکم پروبیوتیک (cfu/ml)	مقدار *اسپیرولینا*	صمغ دانه شاهی
M1	۰	۰	۰
M2	$۱۰^{۸}$	۰	۰
M3	$۱۰^{۸}$	۰/۰۳	۰/۰۱
M4	$۱۰^{۸}$	۰/۰۵	۰/۰۲
M5	$۱۰^{۸}$	۰/۰۸	۰/۰۳

۳-نتایج و بحث

۳-۱-بررسی تغییرات میزان pH و اسیدیته

نتایج بررسی‌ها (ذکر شده در جدول۲)، نشان دادند که افزودن غلظت‌های مختلف صمغ دانه‌شاهی با مقادیر مختلف جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و نگهداری (در روز اول، یازدهم و بیست و یکم)، تاثیر معنی‌دار بر میزان pH و اسیدیته دوغ داشتند ($p<۰/۰۱$). به‌طوری‌که با افزودن غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی با مقادیر مختلف

جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* طی ۲۱ روز نگهداری pH کاهش و اسیدیته افزایش یافت. کاهش کند pH در تیمارهای حاوی جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* احتمالاً به دلیل خاصیت بافری به خاطر حضور پروتئین، پپتید ها و اسیدهای‌آمینه موجود در ترکیب آن می‌باشد (۳۴). این ترکیبات قادرند به طور معنی داری رشد و تولید اسید را در باکتری‌های پروبیوتیک و آغازگر ماست افزایش دهند (۲۱). تغییرعلت اصلی کاهش pH و افزایش اسیدیته در طی مدت زمان نگهداری، تخمیر مداوم لاکتوز به وسیله باکتری‌های اسیدلاکتیک در طی مدت زمان نگهداری می‌باشد. همچنین افزایش اسیدیته ممکن است در اثر تجزیه اسیدهای آلی باشد. در شروع تخمیر آغازگرها با مصرف لاکتوز و تولید اسید لاکتیک، باعث افزایش اسیدیته و کاهش تدریجی pH می‌گردند (۲). احتمالاً به واسطه وجود جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*، افزایش فعالیت میکروبی بیشتر شده و تجزیه ترکیبات سبب ایجاد یون هیدروژن بیشتری در محیط گردیده است که این امر منجر به کاهش pH و افزایش اسیدیته شده است. از طرف دیگر با وجود جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*، به علت داشتن غلظت بالایی از مواد مغذی، میزان فعالیت باکتریهای لاکتیک افزایش یافته و در نتیجه تولید اسید لاکتیک افزایش می یابد که این امر موجب افزایش اسیدیته شده و درنهایت کاهش pH را به همراه دارد.

مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره **۲۴۵۳**، pH دوغ باید کمتر از ۴/۵ باشد که نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نشان داد که pH نمونه‌های دوغ در تمامی روزهای بررسی شده، کمتر از ۴/۵ بود (۱۶).نتایج مشابه با تحقیق اسلامی مشکنانی و همکاران (۱۳۹۳) اثر افزودن پودر *اسپیرولینا پلاتنسیس* دوغ پروبیوتیک حاوی پودر نعناع پرداخته و بیان نمودند که غلظت‌های مختلف جلبک ضمن جلوگیری از تغییر سریع در pH، اسیدیته دوغ را افزایش می‌دهند (۱).بهنیا و همکاران، (۱۳۹۳) تأثیر صمغ دانه‌شاهی بر خواص رئولوژیکی و بافتی ماست کم چرب را بررسی نمودند و بیان نمودند که با افزودن صمغ به نمونه‌های ماست کم چرب pH نمونه ها نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت و در طول دوره نگهداری افزایش معنی دار اسیدیته مشاهده شد (۳). با نتایج تحقیق حاضر که بیانگر کاهش میزان pH و افزایش میزان اسیدیته در نمونه ای دوغ بود، مطابقت داشت. نتایج مشابهی با نتایج تحقیق محمدی الستی و همکاران در سال **۱۳۹۵** به دست آمد. این‌محققین به بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر برخی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی ماست اسفناج پروبیوتیک پرداختند و گزارش دادند که غلظت‌های مختلف جلبک ضمن جلوگیری از تغییرات مشخص درpH ،اسیدیته را افزایش دادند (۱۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین pH و اسیدیته دوغ در نمونه ها

تیمار	میزان pH		میزان اسیدیته (درجه دورنیک)		
	روز یکم	روز یازدهم	روز بیست و یکم	روز یکم	روز یازدهم	روز بیست و یکم
M_1	٤/٣٢±٠/٠٦^{Aa}	٤/١٣±٠/٠٥^{Ba}	٤/٠٦±٠/٠٥^{Ca}	٥٢/٠٠±٠/٦٠^{Cb}	٦٢/١٣±١/٩٤^{Bc}	٦٨/١٩±١/٧٠^{Ab}
M_2	٤/٢٤±٠/٠٥^{Ab}	٤/٠٨±٠/٠٣^{Bab}	٤/٠٤±٠/٠١^{Ca}	٥٦/٧٠±٢/٤٠^{Ca}	٦٥/٠١±١/٩٠^{Bc}	٦٨/٢٦±٠/٩٧^{Ab}
M_3	٤/٢٢±٠/٠١^{Ab}	٤/٠٥±٠/٠٣^{Bb}	٤/٠٣±٠/٠٥^{Ca}	٥٨/٥٠±٠/٦٠^{Ca}	٦٨/٢٤±٠/٣٣^{Bb}	٧٢/٢٢±١/١٠^{Aa}
M_4	٤/١٧±٠/٠٢^{Ab}	٤/٠٣±٠/٠٢^{Bb}	٤/٠١±٠/٠٤^{Ca}	٥٩/٩٤±١/٩٥^{Ca}	٧٢/٢١±١/٨٨^{Ba}	٧٢/٨٦±١/٣١^{Aa}
M_5	٤/٢٣±٠/٠٣^{Ab}	٤/٠٣±٠/٠٢^{Bb}	٤/٠١±٠/٠٤^{Ca}	٥٨/٣٢±٢/١٠^{Ca}	٧٢/٢٢±١/٩٧^{Ba}	٧٢/٨٦±٢/٣٤^{Aa}

مقادیر دارای حروف مشابه کوچک در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند($p>$٠/٠٥).

مقادیر دارای حروف مشابه بزرگ در هر ردیف اختلاف معنی داری ندارند($p>$٠/٠٥).

M_1: شاهد (بدون اسپیرولینا پلاتنسیس، بدون صمغ دانه شاهی و بدون باکتری های پروبیوتیک) ;M_2 (بدون اسپیرولینا پلاتنسیس ، بدون صمغ دانه شاهی و حاوی باکتری های پروبیوتیک); M_3 :(حاوی ٠/٠٣ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ٠/٠١ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک); M_4 :(حاوی ٠/٠٥ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ٠/٠٢ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک) ;M_5 :(حاوی ٠/٠٨ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ٠/٠٣ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک).

۳-۲- بررسی تغییرات ماده خشک دوغ

با توجه به جدول ۲، نتایج بررسی‌ها نشان دادند که افزودن غلظتهای مختلف صمغ دانه شاهی بامقادیر مختلف *اسپیرولینا* پلاتنسیس، زمان نگهداری (روز اول، یازدهم و بیست و یکم) و هچنین اثر متقابل دو جانبه این دو عامل بر میزان ماده خشک تاثیر معنی دار داشت (p<۰/۰۱). بطوریکه نمونه‌های حاوی صمغ دانه شاهی با جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس در مقایسه با نمونه دوغ شاهد، بطور معنی‌داری ماده خشک بیشتری داشتند (p≤۰/۰۵) در واقع ماده خشک، وزنی از مقدار ماده معینی از محصول است که به وسیله حرارت، خشک شده است که این حرارت تا به دست آمدن وزن ثابت به محصول داده شده است. این امر بدیهی است که در نمونه‌های دوغ که میزان صمغ دانه شاهی و جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس آنها بیشتر می باشد، میزان ماده خشک نیز بالاتر است. همچنین در جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس وجود ۶۵ تا ۷۱ درصد وزن خشک، پروتئین است (۸) که باعث بالارفتن میزان ماده خشک در نمونه های دوغ تولیدی با افزایش میزان جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس گردیده است. همچنین نتایج نشان داد که در کلیه نمونه ها، ماده خشک به مرور زمان بطور معنی داری افزایش یافت (p≤۰/۰۵). درصد صمغ مورد استفاده و غلظت جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس موثر بوده است.مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۳ ، ماده جامد دوغ های تولیدی باید بیشتر از ۳/۲ ٪ باشند (۱۶) که نتایج تحقیق حاضر حاکی از تطابق ماده خشک در روزهای بررسی شده در تمامی نمونه ها، با استاندارد ملی ایران بود. محمدی الستی و همکاران (۱۳۹۵)، طی مطالعه‌ای به بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس بر برخی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی ماست اسفناج پروبیوتیک پرداختند (۱۲). نتایج نشان دادند که غلظت‌های مختلف جلبک باعث افزایش ماده خشک محصول شدند که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت داشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین ماده خشک (درصد) و دوفاز شدن (درصد) دوغ در نمونه ها

تیمار	میزان ماده خشک			میزان دوفاز شدن		
	روز یکم	روز یازدهم	روز بیست و یکم	روز یکم	روز یازدهم	روز بیست و یکم
M_1	٦/١٣±٠/٠٥^{Cc}	٧/٦٩±٠/١٤^{Bb}	٨/٤٩±٠/٢٤^{Ab}	٠/٧٠±٠/٠٧^{a}	٠/٩٠±٠/٠٤^{a}	١/٤٠±٠/٠٣^{Aa}
M_2	٦/٧٤±٠/٠٥^{Cb}	٧/٧٦±٠/٠٧^{Bb}	٨/٥٦±٠/٠٦^{Ab}	٠/٦٠±٠/٠٥^{b}	٠/٨٠±٠/٠٥^{b}	١/٢٠±٠/٠٨^{Ab}
M_3	٧/١٩±٠/١٤^{Ca}	٧/٨٣±٠/٠٦^{Bb}	٨/٦٣±٠/٠٤^{Ab}	٠/٥٠±٠/٠١^{c}	٠/٦٠±٠/٠٢^{c}	٠/٩٠±٠/١١^{Ac}
M_4	٧/٢٣±٠/١٤^{Ca}	٨/٠٩±٠/١٠^{Ba}	٨/٨٨±٠/٠٧^{Aa}	٠/٣٠±٠/٠٧^{d}	٠/٥٠±٠/٠٤^{d}	٠/٧٠±٠/٠٤^{Ad}
M_5	٧/٢٧±٠/١٨^{Ca}	٨/١٣±٠/٠٦^{Ba}	٨/٩١±٠/٠٨^{Aa}	٠/١٠±٠/٠٠^{e}	٠/٤٠±٠/٠١^{e}	٠/٥٠±٠/٠٥^{Ae}

مقادیر دارای حروف مشابه کوچک در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند(p >۰/۰۵).

مقادیر دارای حروف مشابه بزرگ در هر ردیف اختلاف معنی داری ندارند(p >۰/۰۵).

M_1: شاهد (بدون اسپیرولینا پلاتنسیس، بدون صمغ دانه شاهی و بدون باکتری های پروبیوتیک) ;M_2 (بدون اسپیرولینا پلاتنسیس ، بدون صمغ دانه شاهی و حاوی باکتری های پروبیوتیک); M_3 :(حاوی ۰/۰۳ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ۰/۰۱ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک); M_4 :(حاوی ۰/۰۵ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ۰/۰۲ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک) ;M_5 :(حاوی ۰/۰۸ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ۰/۰۳ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک).

۳-۳-بررسی تغییرات میزان دوفاز شدن دوغ

با توجه به جدول ۳، بررسی نتایج نشان دادند که افزودن غلظت‌های مختلف صمغ دانه شاهی با مقادیر مختلف جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس، زمان نگهداری و اثر متقابل این دو عامل، تاثیر معنی دار بر میزان دوفاز شدن دوغ داشتند (p<۰/۰۱) به‌طوری‌که در کلیه نمونه ها، درصد دوفاز شدن

با افزایش زمان نگهداری، بطور معنی‌داری افزایش یافت (p≤۰/۰۵) علت این امر این است که، پروتئین‌های دوغ، به دلیل pH پایین، به نقطه ایزوالکتریک خود نزدیک می‌شوند و در نتیجه، شروع به تجمع و رسوب می‌کنند که این امر سبب ناپایداری و ایجاد حالت دو فاز شدن دوغ در حین نگهداری می‌شود. در این محصول به دلیل افزودن آب، ویسکوزیته کمتر شده و در نتیجه دو فاز شدن در آن به راحتی رخ می‌دهد (۲۴). برهم‌کنش‌های پروتئین-پروتئین و در نتیجه پایداری نوشیدنی‌های اسیدی مانند دوغ وابسته به عوامل مختلفی از جمله pH، غلظت کازئین (ماده خشک)، قدرت یونی، هموژنیزاسیون، غلظت هیدروکلوئید مورد استفاده و تیمار حرارتی در حین فرآوری می‌باشد (۳۲). ولی در تحقیق حاضر با افزایش میزان صمغ دانه شاهی و جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس، درصد دوفاز شدن کاهش معنی دار یافت (p≤۰/۰۵) به این علت که صمغ دانه شاهی با ایجاد شبکه هیدروکلوئیدی در سیستم، سبب افزایش ویسکوزیته و به دام افتادن میسل‌های کازئین در شبکه می شوند که این امر در دو فاز شدن کمتر محصول موثر است. احتمالاً به واسطه وجود صمغ دانه شاهی، که باعث عدم تغییر زیاد pH در نمونه های دوغ شده اند، میزان دوفاز شدن کاهش یافته است. اسلامی مشکنانی و همکاران (۱۳۹۳)، به بررسی اثر افزودن *اسپیرولینا* پلاتنسیس بر برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دوغ پروبیوتیک حاوی پودر نعناع پرداختند و نتایج نشان داد افزودن جلبک دوفاز شدن را کاهش نداده و اثر پودرنعناع معنی‌دار نبود (۱). با نتایج تحقیق حاضر که بیانگر کاهش درصد دوفاز شدن دوغ بود، مغایرت داشت که علت آن می تواند ناشی از افزایش میزان ویسکوزیته در اثر افزودن صمغ دانه شاهی و جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس باشد.

۳-٤-بررسی زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک در دوغ

با توجه به جدول ۴، نتایج بررسی‌ها نشان دادند که افزودن غلظتهای مختلف صمغ دانه شاهی با مقادیر مختلف جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس طی ۲۱ روز نگهداری تاثیر معنی دار بر زنده مانی باکتری های پروبیوتیک دوغ داشتند(p<۰/۰۱). در کلیه نمونه‌ها، زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک با افزایش زمان نگهداری، بطور معنی‌داری کاهش یافته است (p≤۰/۰۵). همچنین با افزایش میزان صمغ شاهی و جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس، بطور معنی‌داری طی روزهای نگهداری، زنده‌مانی باکتری های پروبیوتیک کاهش یافته است (p≤۰/۰۵). علت اصلی کاهش زنده مانی باکتری های پروبیوتیک در طی مدت زمان نگهداری، می‌تواند ناشی از کاهش میزان مواد مغذی جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس باشد که مورد نیاز باکتری‌های پروبیوتیک می‌باشد. به طور کلی جلبک‌های میکروسکوپی به دلیل داشتن ترکیبات سلولی خاص تأثیر مثبتی بر قابلیت زیستی پروبیوتیک‌ها دارندعلت اصلی تحریک و تقویت رشد باکتری‌ها پس از افزودن زیست‌توده، غنی‌سازی تغذیه‌ای محیط پایه فرآورده با اسیدهای آمینه ضروری و ویتامین‌ها گزارش شده است (۱۷). طبق گزارش FAO محصول پروبیوتیک استاندارد، محصولی است که در لحظه مصرف حداقل Log *cfu/ml* ۷-۶ میکروارگانیسم پروبیوتیک زنده و فعال داشته باشد. بنابراین مهم‌ترین عامل استفاده مؤثر از پروبیوتیک‌ها، حفظ زنده ماندن و فعالیت باکتری‌ها طی دوره نگهداری ماده غذایی می‌باشد (۶). نتایج به دست آمده نشان دهنده تعداد کافی زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک در روزهای بررسی شده در تمامی نمونه ها، با تعریف محصولات پروبیوتیک بود.دزیانی و همکاران(۱۳۹۶)، طی مطالعه‌ای به بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف ژل آلوئه ورا بر زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در دوغ سین‌بیوتیک پرداختند و نتایج حاصل حاکی از تأثیر غلظت‌های مختلف آلوئه‌ورا بر زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک در دوغ، غلظت ۱۰ درصد به عنوان غلظت مناسب انتخاب بود (۶).

جدول ٤- مقایسه میانگین شمارش باکتری های پروبیوتیک(log cfu/ml) و امتیاز ارزیابی حسی پذیرش کلی دوغ در نمونه ها

تیمار	شمارش باکتری های پروبیوتیک(log cfu/ml)		
	روز اول	روز ۱۱ ام	روز ۲۱ ام
M_1	–	–	–
M_2	۸/۲۳±۰/۰۱^{Ab}	۷/٤۷±۰/۰۷^{Bc}	٦/۷۲±۰/۰۰^{Cc}
M_3	۸/۲۷±۰/۰۲^{Aa}	۷/٦۰±۰/۰۲^{Bb}	٦/۷۸±۰/۰۱^{Cb}
M_4	۸/۲۲±۰/۰۲^{Ab}	۷/٦۹±۰/۰٦^{Ba}	٦/۸۵±۰/۰۳^{Ca}
M_5	۸/۱۲±۰/۰۱^{Ac}	۷/۵۳±۰/۰۱^{Bbc}	٦/۷۳±۰/۰۳^{Cc}

مقادیر دارای حروف مشابه کوچک در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند($p>$۰/۰۵).

مقادیر دارای حروف مشابه بزرگ در هر ردیف اختلاف معنی داری ندارند($p>$۰/۰۵).

M_1: شاهد (بدون اسپیرولینا پلاتنسیس، بدون صمغ دانه شاهی و بدون باکتری های پروبیوتیک) ;M_2 (بدون اسپیرولینا پلاتنسیس ، بدون صمغ دانه شاهی و حاوی باکتری های پروبیوتیک); M_3 :(حاوی ۰/۰۳ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ۰/۰۱ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک); M_4 :(حاوی ۰/۰۵ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ۰/۰۲ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک) ;M_5 :(حاوی ۰/۰۸ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ۰/۰۳ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک).

۳-۵-بررسی ارزیابی حسی دوغ

با توجه به جداول ۵ و۶، بررسی نتایج نشان دادکه افزودن غلظت‌های مختلف صمغ دانه‌شاهی با مقادیر مختلف جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و همچنین اثر ترکیبی دو عامل زمان نگهداری و نوع نمونه، تاثیر معنی دار بر امتیاز ارزیابی حسی دوغ داشتند ($p<$۰/۰۱). ولی زمان نگهداری (روز اول، یازدهم و بیست و یکم) تاثیر معنی دار بر امتیاز پذیرش کلی دوغ نشان نداد ($p>$۰/۰۵). نتایج بررسی این ارزیابی ها نشان داد که تیمار شاهد و نمونه بدون *اسپیرولینا* پلاتنسیس، حاوی باکتری‌های پروبیوتیک و بدون صمغ دانه‌شاهی در طی مدت زمان نگهداری، امتیازات ارزیابی حسی طعم، رنگ، ظاهر و پذیرش کلی آن‌ها به نسبت تیمارهای دیگر عدد بالاتری بود و تیمار شاهد با نمونه مذکور از لحاظ امتیازات ارزیابی حسی نزدیکتر بود. از طرف دیگر نمونه شاهد از لحاظ امتیازات ارزیابی حسی طعم، رنگ و پذیرش کلی بیشترین اختلاف امتیاز را با نمونه‌ای که بیشترین میزان جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و صمغ دانه شاهی را دارا بود، داشت. احتمالا اضافه کردن جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس طعم جدید و ناشناخته‌ای را ایجاد کرده که با ذائقه ارزیاب‌های حسی مطابقت نداشته است و علاوه بر طعم بر اساس مواردی که عنوان گردید عطر و بو دوغ تولیدی نیز بر امتیازات ارزیابی حسی طعم تاثیرگزار بوده است. همچنین طعم دوغ تازه ناشی از تولید اسید و ترکیبات معطر فرار است که توسط میکروارگانیسم‌های موجود در دوغ تولید می‌شود. توسعه طعم و بافت توسط واکنش‌های بیوشیمیایی صورت می‌گیرد که طی این واکنش‌ها پروتئین و چربی تجزیه می‌شود که روند فعالیت میکروارگانیسم‌ها تاثیر زیادی بر روی طعم دوغ دارد. در اثر تخمیر لاکتوز در دوغ، تبدیل عمده ای که دیده می‌شود تشکیل لاکتات است، اما جز میانی پیروات می‌تواند به شکل جایگزین به انواع ترکیبات طعمی متفاوتی مثل دی استیل، استوئین، استالدئید یا اسید استیک تبدیل شود که واکنش طعمی مهم در دوغ تبدیل سیترات به دی استیل است (۲۲). جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* حاوی ۲۱۱ میلی گرم بتاکاروتن بود که می تواند بر روی رنگ و در واقع ظاهر دوغ موثر باشد. همچنین در *اسپیرولینا* برخلاف دیواره سلولزی سایر جلبک‌های تغذیه‌ای، دیواره‌ای سلولی موکوپروتئینی *اسپیرولینا* به‌راحتی هضم می‌شوند و ارزش تغذیه‌ای بالایی دارند (۸).مستندات بسیاری دال بر ویژگی های سلامت بخشی *اسپیرولینا پلاتنسیس* در ارتباط با بسیاری از بیماری‌ها همچون فشار خون بالا، چربی خون بالا، دیابت، انواع سرطان‌ها و نقص سیستم ایمنی انسان (ایدز)، در پایگاه‌های مختلف علمی ارائه شده است. با این حال، به دلیل ویژگی‌های‌ارگانولپتیکی نامطلوب *اسپیرولینا*

پلاتنسیس، احتمالا معرفی آن به تنهایی به‌عنوان غذا، با عدم استقبال مصرف‌کنندگان روبرو خواهد شد، بنابراین یکی از راهکارهای کارآمد برای واردکردن این گروه از مواد غذایی به سبد غذایی انسان، استفاده از آنها در فرمولاسیون محصولات غذایی شناخته شده می‌باشد (۲۰).دزیانی و همکاران(۱۳۹۶)، طی مطالعه‌ای به بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا بر ویژگی‌های حسی در دوغ سین‌بیوتیک پرداختند. ارزیابی حسی یک روز بعد از تولید و ورز بیست و هشتم نگهداری توسط یک گروه ۱۰ نفره از ارزیاب‌های آموزش‌دیده از نظر خصوصیات حسی انجام شد. بررسی ویژگی‌های حسی نشان داد که افزایش درصد آلوئه ورا تأثیر معنی‌داری بر بو و رنگ دوغ پروبیوتیک نداشت اما بافت و پذیرش کلی را به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر قرار داد (۶). با نتایج تحقیق حاضر که بیانگر تاثیر معنی‌دار جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس و صمغ دانه شاهی بر ویژگی های حسی (ظاهر، طعم، رنگ و پذیرش کلی) بود مغایرت داشت.

سوزنکار و همکاران (۱۳۹۷)، طی مطالعه‌ای به غنی‌سازی ویفرروکش‌دار با استفاده از پودر ریز جلبک *آرتروسپیرا* پلاتنسیس (در سطوح ۰/۵ و ۱ درصد وزنی در کرم ویفر) پرداختند. نتایج نشان داد در روز دوم تولید، می‌توان با غنی‌سازی ویفر روکش‌دار با استفاده از جلبک *آرتروسپیرا* پلاتنسیس ویژگی‌های تغذیه‌ای، حسی و کیفی آن را به نحو مطلوبی ارتقاء داد (۸). با نتایج تحقیق حاضر که بیانگر امکان غنی‌سازی دوغ پروبیوتیک با جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس و صمغ دانه شاهی بود، مشابهت داشت. Agustini *et al.,* (2016) طی مطالعه‌ای به استفاده از *اسپیرولینا* پلاتنسیس بر روی بستنی و پنیر نرم با توجه به دیدگاه‌های تغذیه‌ای و حسی آن‌ها پرداختند. نتایج نشان داد که افزودن ۱ و ۱/۲ درصد جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس به عنوان بهترین غلظت برای پنیر نرم و بستنی از نظر ارزیابی حسی در نظر گرفته شده است (۱۹). با نتایج تحقیق حاضر که بیانگر تاثیر مثبت افزودن صمغ دانه شاهی و جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس بود، مشابهت داشت.

جدول ۵- مقایسه میانگین امتیاز ارزیابی حسی ظاهر و طعم دوغ در نمونه ها

تیمار	امتیاز ارزیابی حسی ظاهر			امتیاز ارزیابی حسی طعم		
	روز یکم	روز یازدهم	روز بیست و یکم	روز یکم	روز یازدهم	روز بیست و یکم
M_1	٤/٠٠±٠/٠٠^{Ab}	٤/٠٠±٠/٠٠^{Aa}	٤/٠٠±٠/٠٠^{Aa}	٣/٩١±٠/١٥^{Ab}	٣/٩١±٠/١٥^{Ab}	٣/٩٢±٠/١٣^{Aa}
M_2	٤/٩٨±٠/٠٩^{Aa}	٤/١٠±٠/٣٢^{Ba}	٤/٠٢±٠/٠٠^{Ba}	٤/٧٧±٠/٤١^{Aa}	٤/٧٧±٠/٤١^{Aa}	٤/٠٩±٠/٧٦^{Ba}
M_3	٣/٠٠±٠/٠٠^{Ac}	٣/٠٠±٠/٠٠^{Ab}	٣/٠٠±٠/٠٠^{Ab}	٢/٧٧±٠/٤١^{Ac}	٢/٧٧±٠/٤١^{Ac}	١/٩٧±٠/٠٢^{Bb}
M_4	٣/٠١±٠/١٥^{Ac}	٢/٠٣±٠/١٤^{Bc}	٢/٠٦±٠/٠٠^{Bc}	١/٩٤±٠/١٠^{Ad}	١/٩٤±٠/١٠^{Ad}	١/٩٥±٠/٠٤^{Ab}
M_5	١/٩±٠/٠٧^{Ad}	١/١١±٠/١٥^{Bd}	٢/٠٣±٠/٠٠^{Ad}	١/٨٤±٠/٤٠^{Ad}	١/٨٤±٠/٤٠^{Ad}	١/٠٦±٠/٠٨^{Bc}

مقادیر دارای حروف مشابه کوچک در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند($p>$٠/٠٥).

مقادیر دارای حروف مشابه بزرگ در هر ردیف اختلاف معنی داری ندارند($p>$٠/٠٥).

M_1: شاهد (بدون اسپیرولینا پلاتنسیس، بدون صمغ دانه شاهی و بدون باکتری های پروبیوتیک) ;M_2 (بدون اسپیرولینا پلاتنسیس ، بدون صمغ دانه شاهی و حاوی باکتری های پروبیوتیک); M_3 :(حاوی ۰/۰۳ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ۰/۰۱ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک); M_4 :(حاوی ۰/۰۵ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ۰/۰۲ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک) ;M_5 :(حاوی ۰/۰۸ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ۰/۰۳ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک).

جدول ٦- مقایسه میانگین امتیاز ارزیابی حسی رنگ و پذیرش کلی دوغ در نمونه ها

تیمار	امتیاز ارزیابی حسی رنگ			امتیاز ارزیابی حسی پذیرش کلی		
	روز یکم	روز یازدهم	روز بیست و یکم	روز یکم	روز یازدهم	روز بیست و یکم
M_1	٤/١±٠/٣^{Ab}	٣/١±٠/٣^{Cb}	٣/٩±٠/٣^{Bb}	٣/٩±٠/٢^{Ab}	٣/٩±٠/٢^{Ab}	٣/٩±٠/٢٢^{Aa}
M_2	٤/٩±٠/٣^{Aa}	٣/٦±٠/٧^{Ba}	٤/٨±٠/٣^{Aa}	٤/٨±٠/٤^{Aa}	٤/٨±٠/٤^{Aa}	٣/٩±٠/٢^{Ba}
M_3	٣/٠±٠/٠^{Ac}	٢/٠±٠/٠^{Bc}	٣/٠±٠/٠^{Ac}	١/٩±٠/٣^{Bc}	١/٩±٠/٣^{Bc}	٢/٧±٠/٤٨^{Ab}
M_4	٣/٠±٠/٠^{Ac}	٢/٠±٠/٠^{Bc}	٣/٠±٠/٠^{Ac}	١/٠±٠/٠^{Bd}	١/٠±٠/٠^{Bd}	١/٧±٠/٤٨^{Ac}
M_5	٣/٠±٠/٠^{Ac}	٢/٠±٠/٠^{Bc}	١/٨±٠/٣^{Bd}	١/٠±٠/٠^{Ad}	١/٠±٠/٠^{Ad}	١/٠±٠/٠^{Ad}

مقادیر دارای حروف مشابه کوچک در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند($p>$٠/٠٥).

مقادیر دارای حروف مشابه بزرگ در هر ردیف اختلاف معنی داری ندارند($p>$٠/٠٥).

M_1: شاهد (بدون اسپیرولینا پلاتنسیس، بدون صمغ دانه شاهی و بدون باکتری های پروبیوتیک) ;M_2 (بدون اسپیرولینا پلاتنسیس ، بدون صمغ دانه شاهی و حاوی باکتری های پروبیوتیک); M_3 :(حاوی ٠/٠٣ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ٠/٠١ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک); M_4 :(حاوی ٠/٠٥ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ٠/٠٢ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک) ;M_5 :(حاوی ٠/٠٨ درصد وزنی اسپیرولینا پلاتنسیس ، ٠/٠٣ درصد وزنی صمغ دانه شاهی و باکتری های پروبیوتیک).

٤-نتیجه‌گیری

در اثر افزودن صمغ دانه‌شاهی و جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس کاهش معنی دار ($p\leq$٠/٠٥) در مقدار pH، درصد دو فاز شدن، امتیازات ارزیابی حسی پذیرش کلی و افزایش معنی‌دار ($p\leq$٠/٠٥) میزان اسیدیته و درصد ماده خشک مشاهده شد. فاکتور زمان نگهداری بر میزان pH، درصد دو فاز شدن، میزان اسیدیته و درصد ماده خشک تاثیر معنی‌دار داشت ولی اثر معنی‌داری بر ارزیابی پذیرش کلی دوغ نداشت ($p>$٠/٠٥). به مرور زمان و طی ٢١ روز نگهداری pH، امتیاز ارزیابی حسی پذیرش کلی بطور معنی‌داری ($p\leq$٠/٠٥) کاهش یافت و اسیدیته، ماده خشک و درصد دو فاز شدن افزایش معنی دار ($p\leq$٠/٠٥) داشت. نتایج بررسی ارزیابی حسی نشان داد که تیمار شاهد و نمونه بدون *اسپیرولینا* پلاتنسیس، حاوی باکتری های پروبیوتیک با غلظت 10^8 cfu/ml و بدون صمغ دانه شاهی در طی مدت زمان نگهداری، امتیاز ارزیابی حسی پذیرش کلی آنها به نسبت تیمارهای دیگر عدد بالاتری بود و تیمار شاهد با نمونه مذکور از لحاظ امتیازات ارزیابی حسی نزدیکتر بود. از طرف دیگر نمونه شاهد از لحاظ امتیاز ارزیابی حسی پذیرش کلی بیشترین اختلاف امتیاز را با نمونه ای که بیشترین میزان جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس و صمغ دانه‌شاهی را دارا بود، داشت. نمونه حاوی باکتری های پروبیوتیک با غلظت10^8 cfu/ml که به آن ٠/٠٥ درصد وزنی *اسپیرولینا* پلاتنسیس و ٠/٠٢ درصد وزنی صمغ دانه‌شاهی افزوده شده بود بهترین عملکرد را بر زنده مانی باکتری‌های پروبیوتیک در انتهای دوره نگهداری ٢١ روزه (۶/۸۵ log cfu/ml) داشت. با توجه به نتایج حاصله، تعداد سلول‌های زنده باکتریهای پروبیوتیک در تمام نمونه ها با گذشت زمان به طور معنی داری کاهش یافتند ($p\leq$٠/٠٥). بطور کلی نتایج نشان داد که دوغ حاوی باکتری‌های پروبیوتیک با غلظت 10^8 cfu/ml که دارای ٠/٠٥ درصد وزنی *اسپیرولینا* پلاتنسیس و ٠/٠٣ درصد وزنی صمغ دانه‌شاهی به نسبت دیگر تیمارها علاوه بر اینکه بهترین عملکرد را بر زنده مانی باکتریهای پروبیوتیک در انتهای دوره نگهداری ٢١ روزه نشان داد دارای ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مطلوب و خصوصیات حسی قابل قبول بود.

٥-منابع

١. اسلامی مشکنانی، ع، فدایی نوغانی، و.، خسروی دارانی، ک. و مزینانی، ص. ١٣٩٣. بررسی اثر افزودن پودر ریز جلبک بر برخی از ویژگیهای فیزیکوشیمیایی و حسی دوغ

پروبیوتیک حاوی پودر نعناع. *فصلنامه فناوری های نوین غذایی*، جلد ۲، ۷۰-۵۹.

۲. امیری عقدایی، س.، اعلمی، م. و رضایی، ر. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب. *نشریه پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران*، شماره ۲۰۹،٦-۲۰۱.

۳. بهنیا، آ.، کاراژیان، ح.، نیازمند، ر. و محمدی نافچی، ع. ۱۳۹۳. تأثیر صمغ دانه شاهی بر خواص رئولوژیکی و بافتی ماست کم چرب. *نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، جلد۳، شماره۳، ۲٦٦-۲۵۵.

٤. توکلی لاهیجانی، ا.، شهیدی، ف.، وریدی، م. و محبی، م. ۱۳۹۰. کاربرد جلبک اسپیرولینا در فرآورده‌های غذایی، بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، تهران.

۵. خزایی‌پور، الف. و شهیدی، ف. ۱۳۹۳. غذاهای فراسودمند و مغزی برای بهبود ارزش تغذیه‌ای میان وعده‌های غذایی، اولین همایش ملی میان وعده‌ها غذایی، مشهد.

٦. دزیانی، م.، خسروشاهی‌اصل، م. و زمردی، ش. ۱۳۹٦. تأثیر غلظت‌های مختلف ژل آلوئه ورا بر ویژگی‌های کیفی و زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در دوغ سین‌بیوتیک. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، جلد۳، شماره ۱۲.

۷. رسولی، ف.، برنجی، ش. و شهاب لواسانی، ع. ۱۳۹٦. بهینه‌سازی فرمولاسیون بستنی سنتی ایرانی حاوی ریز جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس با استفاده، از روش سطح پاسخ. *علوم غذایی و تغذیه*، جلد۱٤، ۲۸-۱۵.

۸. سوزنکار، ر.، موحد، س. و چایچی نصرتی، آ. ۱۳۹۷. غنی‌سازی ویفر روکش‌دار با استفاده از پودر ریز جلبک *آرتروسپیرا* پلاتنسیس. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، جلد۲، شماره۱۳.

۹. شفیعی، ا. و گلی، م. ۱۳۹۹. بهینه‌سازی فرمول پودینگ طالبی با کمک جایگزینی اسپیرولینا پلاتنسیس و استویا با شیر خشک و شکر به روش سطح پاسخ. *نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد۱، شماره۱٦، ۸٤-۷۳.

۱۰. فروغی‌نیا، س.، عباسی، س. و حمیدی، ز. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر هم زدن و همگن‌سازی روی میزان دو فاز شدن دوغ. *مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱۰۰- ۸۳.

۱۱. کاراژیان، ح. ۱۳۸۸. بهینه‌سازی شرایط استخراج صمغ دانه شاهی و بررسی خواص عملکردی آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۲. محمدی الستی، ف.، فدائی نوغانی، و. و خسروی دارانی، ک. تأثیر غلظتهای مختلف جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس بر برخی ویژگیهای فیزیکوشیمیایی و حسی ماست اسفناج پروبیوتیک. *نشریه پژوهشهای صنایع غذایی*، جلد۲، شماره۲٦، ۱٤۳-۱۲۷.

۱۳. مرتضویان، س. الف. و سهراب وندی، س. ۱۳۸۵. پروبیوتیک‌ها و فرآورده‌های غذایی پروبیوتیک، تهران، انتشارات اتا، ۱۳۸۵، ۱۳۱-۷٤.

۱٤. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۵. شیر و فراورده‌های آن pH و اسیدیته- روش آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره ۲۸۵۲، چاپ اول

۱۵. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸٦. اندازه گیری ماده خشک شیر، استاندارد ملی ایران، شماره ٦۳۷. چاپ دوم. تهران.

۱۶. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۷. دوغ ساده- ویژگی‌ها و روش های آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره ۲۴۵۳.

۱۷. موسوی، ز.، یوسفی جوان، ا. و قربان پور، م. ۱۳۹۵. خواص درمانی و تغذیه‌ای جلبک اسپیرولینا، نخستین همایش ملی گیاهان دارویی معطر و ادویه‌ای، دانشگاه گنبد کاووس.

۱۸. میرچولی برازق، ع. و صداقت، ن. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر دما و بسته‌بندی بر ماندگاری دوغ بدون گاز. *مجله علمی پژوهشی علوم و فناوری غذایی*، جلد۲، شماره ۳، ۸-۱.

19. Agustini, TW., Ma'ruf ,WF., Widayat, W., Suzery, M., Hadiyanto, H. and Benjakul, S. 2016. Application of Spirulina platensis on ice cream and soft cheese with respect to their nutritional and sensory perspectives. *Journal Teknologi* , 78: 2-4.
20. Alamri, MS., Mohamed, AA. and Hussain, S. 2014. High-fibr date pits pudding: formulation, processing and textural properties. *European Food Research and Technology*, 239: 736-755.
21. Guldas, M. and Irkin, R. 2010. Influence of Spirulina plantensisi powder on the microflora of yoghurt and acidophilus milk. *Original Scientific Paper*, 237-243.
22. Habib, MAB., Parvin, M., Huntington, TC. and Hasan, MR. 2008. A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic, animal and fish. Food and agriculture organization of the united nations, Rome, Italy. P 33.
23. Jan, G., Leverrier, P., Pichereau,V. and Boyaval, P. 2001. Changes in protein synthesis and morphology during acid adaptation of propioni bacterum freudenreichii. *Application Environment microbial* , 67: 2029-2036.
24. Koksoy, A. and Kilic, M. 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids*, 18: 593–600.
25. Main ville, L., Arcand, Y. and Farnworth, ER. 2005. A dynamic model that simulates the human upper gastrointestinal tract for the study of probiotics. *International Journal Food Microbial*, 99: 287-296.
26. Mazinani, S., Fadaei, V. and Khosravi-Darani, K. 2016. Impact of Spirulina platensis on physicochemical properties and viability of Lactobacillus acidophilus of probiotic UF feta cheese. *Journal of food processing and preservation*, 40(6): 1318-1324.
27. Mehraban, MS., Sarabi, MJ., Karajian, R., Nourbakhsh, R., Gholasi, F., Vosough, AS. 2011. and Mohsenzadeh M. Evaluation of Microbiological Contamination Sources on Swelling of Iranian Yoghurt Drink during Production Processes. *Journal of Food Research (Agricultural Scienc)*, 21.
28. Ranadheera, RDCS., Baines, SK. and Adams, MC. 2010. Importance of food in probiotic efficacy. *Journal Food Research International* , 43: 1–7.
29. Razavi, SMA. and Karazhiyan, H. 2009. Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids; experimental and modeling studies. *Food Hydrocolloids*, 23: 908-912.
30. Saarela, M., Mogensen, G., Fondenc, R., Mattoa, J. and Sandholm, TM. 2000. Probiotic bacteria: safety, functional and technological Properties. *Journal of Biotechnology*, 84: 197–215.
31. Soheili, M. and Khosravi-Darani, K. 2011. The potential health benefits of algae and micro algae in medicine: A review on Spirulina platensis. *Current Nutr. Food Sci*, 7(4): 279-285.
32. Takahashi, N., Xiao, JZ., Miyaji, K., Yaeshiima, T., Hiramatsu, A. and Iwatsuki, K. 2004. Selection of acid tolerant bifidobacteria and evidence for a low-pH-inducible acid tolerance response in bifidobacterium longum. *Journal of Dairy Research*, 71: 340-345.
33. Toiner, R. and Dikroyfik, C. 2003. Stability of casein micelles in milk. *Journal Chem Phys*, 117: 1290.

34. Varga, L., Monlar, N. and Szigeti, J. 2012. Manufacturing technology for a spirulina enriched mesophilic fermented milk. In: International scientific conference on sustainable Development & Ecological footprint.
35. Wan, D., Wum, Q. and Kuca, K. 2016. Health effects of spirulina, Chapter 42, Spirulina. Nutraceuticals, P 15.

(Original Research Paper)

The Study Effect of Spirulina platensis on Physicochemical, Microbial and Sensory Properties of Probiotic Dough Containing Lepidium sativum Seed Gum

Pegah Jalalvand [1], Alireza Shahab Lavasani[2*], Orang Eyvaz Zadeh[3]

1 M.Sc Student of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

2 Innovative Technologies in Functional Food Production Research Center, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

3 Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic AzadUniversity, Varamin, Iran.

Received: 25/02/2020 Accepted:04/07/2020

Abstract

The abundance of important biological compounds in algae provides new opportunities for the production of high-yield dairy products. Meanwhile, doogh is important as a traditional Iranian nutritional drink. Dough (with temperature 44°C), the amounts of spirulina algae (0.3, 0.5 and 0.8 W/W), Lepidium sativum seed gum (0.01, 0.02 and 0.03 W/W) and Lactobacillus acidophilus La5 and Bifidobacterium lactis LAFTI B94 were powdered to the samples. The probiotic microorganisms were added and then added to the dough treatments as a percentage by weight. Five treatments were evaluated in three replications. Data were analyzed using completely randomized design, SPSS21 was used for analysis of variance and Duncan's multiple range test at 95% level was used for analysis and comparison of means. The results showed that the type of sample (different concentrations of Lepidium sativum seed gum with different amounts of Spirulina platensis algae) and storage time had a significant effect on pH, acidity on dry matter, viscosity, two-phase percentage, viability of probiotic bacteria and sensory evaluation (Appearance) were doughy ($p<0.01$). In all samples, with increasing shelf life, dry matter percentage, viscosity percentage, two-phase percentage increased significantly ($p\leq0.05$) and also with increasing amount of Lepidium sativum seed gum and Spirulina platensis algae, dry matter content, viscosity of samples. Dough increased significantly ($p<0.01$). Spirulina platensis algae increased significantly with increasing percentage of two-phase ($p\leq0.05$). In all samples, the viability of probiotic bacteria decreased significantly with increasing shelf life and with increasing levels of Lepidium sativum seed gum and Spirulina platensis algae ($p\leq0.05$). Treatments containing 0.05% by weight of Spirulina platensis, 0.02% by weight of Lepidium sativum seed gum and probiotic bacteria Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium lactis at a concentration of 108 cfu/ml were identified as superior treatment based on physicochemical, microbial and sensory results.

Keywords: Dough, Probiotic, Spirulina platensis , Lepidium sativum Seed Gum.

*Corresponding Author:shahabam20@yahoo.com