اثر پودر توده زیستی *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر سفید ایرانی پروبیوتیک حاوی پودر پونه کوهی تهیه‌شده به روش فراپالایش

وجیهه فدائی نوغانی[1]، صدیقه مزینانی[2*]، کیانوش خسروی دارانی[3]، عاطفه اسلامی مشکنانی[2]، ابوالفضل میرزاده[4]

1. استادیار، گروه مهندسی کشاورزی، علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر قدس
2. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی کشاورزی، علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهر قدس
3. دانشیار، گروه تحقیقات علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
4. دانش آموخته کارشناسی ارشد، بیوتکنولوژی میکروبی، پژوهشکده زیست فناوری، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

(تاریخ دریافت: 93/3/27، تاریخ پذیرش: 93/6/18)

چکیده

مسئله‌ای که امروزه بیش‌تر به آن پرداخته می‌شود، دریافت بهینه مواد مغذی و شناسایی اجزایی است که وقتی به رژیم غذایی اضافه می‌شوند، بتوانند موجب افزایش سطح سلامت شوند. جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس*، با توجه به دارا بودن خواص منحصر به‌فرد، می‌تواند در غنی‌سازی پنیر مورد استفاده قرار گیرد. در این پژوهش، اثر غلظت‌های متفاوت ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* (0، 0/3، 0/5 و 0/8٪) بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، پروتئین و بافت) و حسی پنیر فراپالایش حاوی 0/5 و 1٪ پونه کوهی، مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌ها به مدت 45 روز در دمای 4°C نگه‌داری شدند. 8 تیمار با 4 غلظت متفاوت جلبک (۰،۰/۳، 0/5 و 0/8٪ وزنی/وزنی) و 2 سطح متفاوت پونه کوهی (0/5 و 1٪ وزنی/وزنی) تهیه شد. جهت انجام آزمایشات در روزهای یکم، پانزدهم، سی‌ام و چهل و پنجم نمونه برداری انجام گرفت. نتایج نشان داد با افزودن پودر ریزجلبک، میزان پروتئین، اسیدیته و میزان سختی بافت به طور معنی‌داری افزایش ($p<0/05$) و pH در نمونه‌ها به آرامی کاهش یافت. در ارزیابی حسی بالاترین میزان پذیرش در بین نمونه‌های جلبکی مربوط به نمونه حاوی 0/3٪ جلبک و 1٪ پونه کوهی بود.

واژه‌های کلیدی: *اسپیرولینا پلاتنسیس*، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، پونه کوهی، پنیر پروبیوتیک.

* نویسنده مسئول: mazinanim@ymail.com

Archive of SID

www.SID.ir

1- مقدمه

به‌دلیل تغییر عادت‌های غذایی مردم، غذاهای فراسودمند محصولات مورد علاقه تعداد بسیار زیادی از مردم هستند. با بالا رفتن سن افراد در کشورهای توسعه یافته و افزایش نگرانی برای حفظ سلامت افراد مسن، که بیش‌تر در معرض بیماری‌ها، به‌خصوص بیماری‌هایی مانند سرطان، پوکی استخوان، دیابت و بیماری‌های قلبی و سکته قرار دارند، غذاهای فراسودمند بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته‌اند. مسئله‌ای که در حال حاضر بیش‌تر به آن پرداخته می‌شود، دریافت بهینه مواد مغذی، افزایش میانگین طول عمر و شناسایی اجزایی است که وقتی به رژیم غذایی اضافه می‌شوند، بتوانند موجب کاهش ابتلا به بیماری‌ها و افزایش سطح سلامت شوند [1]. غذاهای فراسودمند دامنه وسیعی از اجزا سازنده غذا را نیز در برمی‌گیرند. این فراورده‌ها ممکن است حاوی میکروب‌های پروبیوتیک باشند. پروبیوتیک‌ها، میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که به‌وسیله بلعیده شدن در یک تعداد مشخص، فوائد سلامت بخشی بی‌شماری را باعث می‌گردند [2]. در برخی از مطالعات مشخص شده که مصرف پروبیوتیک‌ها در درمان انواع مختلفی از اسهال، نظیر اسهال مرتبط با آنتی‌بیوتیک در بزرگسالان، اسهال مسافرتی و بیماری‌های اسهال در جوانان به سبب روتاویروس‌ها مفید می‌باشد [3-4]. استفاده گسترده از پروبیوتیک‌ها می‌تواند یک روش مهم و غیر تهاجمی به‌منظور پیشگیری و درمان بیماری‌ها به خصوص در کشورهای در حال توسعه باشد. باکتری‌های پروبیوتیک به حفظ سلامت دستگاه گوارش کمک می‌کنند و عارضه روده‌ای تحریک پذیر، ورم مخاط روده بزرگ و بیماری‌های کبدی مرتبط با مصرف الکل را درمان می‌نمایند [5-7].

اسپیرولینا بهترین جنس شناخته شده سیانوباکتری به‌دلیل خصوصیات تغذیه‌ای منحصر به فردش می‌باشد. اثبات شده است که مصرف *اسپیرولینا* با توجه به ترکیب شیمیایی آن که شامل ترکیباتی مثل تمامی اسیدهای آمینه‌ضروری، ویتامین‌ها، پیگمان‌های طبیعی و اسیدهای چرب ضروری امگا 3 و به‌ویژه امگا 6 گاما لینولنیک اسید، پیش‌ساز هورمون پروستاگلاندین در بدن، می‌باشد، برای سلامتی مفید است. توده زیستی خشک‌شده آن دارای حدود 20-12٪ کربوهیدرات، 7-3٪ رطوبت، 60-55٪ پروتئین، 10-7٪ خاکستر، 8-6٪ لیپید، 10-8٪ فیبر و 1/5-1٪ کلروفیل a است [8]. *اسپیرولینا* شامل مقادیر بالایی از پروتئین (70-60٪ وزن خشک آن) می‌باشد[9]. *اسپیرولینا* به‌دلیل کمیت و کیفیت پروتئینی بالای آن برای تغذیه بشر مفید می‌باشد. پروتئین *اسپیرولینا*، پروتئین کاملی است و دارای تمامی اسیدهای آمینه ضروری می‌باشد، اما کمبود اسیدهای آمینه گوگرد دار متیونین و سیستئین دارد و هم‌چنین لیزین آن کم است. طیف اسیدهای آمینه نشان می‌دهد ارزش بیولوژیکی پروتئین در آن بالا است و با مکمل کردن آن با اسیدهای آمینه گوگرد دار و لیزین منبع غذایی خوبی خواهد بود [10]. شامل انواع ویتامین‌های B_2، B_6، B_{12}، E، K، H و A است. ویتامین B_{12} *اسپیرولینا* بیش‌تر از جگر گاو است [8]. پیش‌ساز ویتامین A بتاکاروتن بوده که 80٪ از کاروتنوئیدهای *اسپیرولینا* را تشکیل می‌دهد. هر کیلوگرم *اسپیرولینای* خشک شامل 700 تا 1700 میلی‌گرم بتاکاروتن و حدود 100 میلی‌گرم کریپتوزانتین می‌باشد که این دو کاروتنوئید توسط پستانداران به شکل ویتامین A قابل تغییر می‌باشند. *اسپیرولینای* خشک حاوی 190-50 mg/kg ویتامین E می‌باشد که دارای سطح قابل مقایسه با جوانه گندم می‌باشد [10].

پونه کوهی گیاهی چند ساله، با شاخه و ساقه‌های سخت پوشیده از کرک به رنگ سبز مایل به قرمز، و ارتفاع حدود هفتاد سانتی‌متر است. برگ‌های آن پوشیده از کرک و به رنگ سبز تیره، پهن‌تر و بزرگ‌تر از برگ مرزنگوش است. این گیاه در سواحل دریا و دامنه کوه‌ها و جنگل‌های مناطق مختلف اروپا و آسیا و ایران می‌روید و پرورش داده می‌شود. در مناطق شمال ایران، لاهیجان طالش و آستارا، به‌طور خودرو دیده می‌شود و طبیعت آن گرم و خشک است [11]. اسانس آن معطر، محرک، مقوی و برای قطع اسهال و تسکین دردهای حاد پشت سر هم شکم مفید است [11]. خصوصیات درمانی این گیاه در بر طرف کردن اختلالات گوارشی، استفراغ، بی‌اشتهایی، اختلالات کبدی به اثبات رسیده است. هم‌چنین خصوصیات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی گونه‌های متعدد این گیاه به خوبی شناخته شده است و از قسمت‌های مختلف این گیاه در ترکیب ادویه تجاری به عنوان طعم دهنده در غذا استفاده می‌شود [12].

Archive of SID

www.SID.ir

پنیر از جمله مواد غذایی است که پروتئین آن مرغوب بوده و غنی از اسیدهای آمینه ضروری می‌باشد. پنیر در مقایسه با سایر محصولات لبنی تخمیری، از قبیل ماست و شیرهای تخمیری، به‌دلیل دارا بودن برخی ویژگی‌ها از قبیل چربی بالا، بافت متراکم و منسجم به‌عنوان غذای حامل پروبیوتیک‌ها، جهت ماندگاری و حفظ فعالیت زیستی آن‌ها در تمام مراحل عبور از دستگاه گوارش و هضم بسیار مناسب می‌باشد [13]. هم‌چنین دارای pH بالاتری نسبت به شیرهای تخمیری است. این ویژگی می‌تواند به بقای بیش‌تر پروبیوتیک‌ها کمک کند [14-16]. افزودن هم‌زمان جلبک و پروبیوتیک به پنیر باعث افزایش دوچندان ارزش تغذیه‌ای نیز می‌شود.

به‌تازگی جنبه‌های سلامتی بخش درمانی و تغذیه‌ای *اسپیرولینا* در مقالات مرور شده است [17-18]. این جلبک به‌عنوان مکمل پروتئینی، منبع غنی از آهن بوده و با داشتن رنگی مطلوب در بسیاری از محصولات غذایی از قبیل کلوچه [19]، ماست [20-21]، پنیر [22]، نوشابه، مواد گوشتی و پاستا به‌کار برده می‌شود [23]. در این پژوهش 8 تیمار با نام‌های اختصاری M_1A_1، M_1A_2، M_1A_3 و M_1A_4 که حاوی 0/5 درصد پونه کوهی و به ترتیب حاوی 0، 0/3، 0/5 و 0/8 درصد *اسپیرولینا پلاتنسیس* و M_2A_1، M_2A_2، M_2A_3 و M_2A_4 که حاوی 1 درصد پونه کوهی و به ترتیب حاوی 0، 0/3، 0/5 و 0/8 درصد *اسپیرولینا پلاتنسیس* می‌باشند، در نظر گرفته شده و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر پروبیوتیک تهیه شده به روش فراپالایش مورد ارزیابی قرار گرفت.

2-مواد و روش‌ها

2-1-مواد

شیر گاو از دامداری‌های نظر آباد، که ویژگی‌های آن در جدول 1 آورده شده، تهیه شده است. از استارتر پنیر R-704 (*لاکتوکوکوس لاکتیس* تحت گونه *لاکتیس* و *لاکتوکوکوس لاکتیس* تحت گونه کرموریس تهیه شده از شرکت کریستین هانسن دانمارک) استفاده گردید. باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La-5* از شرکت کریستین هانسن دانمارک تهیه شد. *اسپیرولینا پلاتنسیس* به‌صورت پودر از شرکت سینا ریزجلبک قشم، پودر پونه کوهی از شهرستان گوار استان مرکزی و مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

2-2-روش تولید نمونه‌های پنیر

نمونه‌های پنیر در کارخانه طرحان نظر آباد، به روش معمول آن کارخانه، تهیه شد. شیر خام پس از انجام آزمایشات اولیه و عبور از پیش‌سردکن، کلاریفایر و دستگاه باکتوفیوژ، وارد پاستوریزاتور شد و در دمای 72 درجه سانتی‌گراد به مدت 15 ثانیه پاستوریزه گردید. در دستگاه اولترافیتراسیون (UF) و با استفاده از صافی‌های غشایی لوله‌ای، بخشی از آب، املاح و لاکتوز شیر پاستوریزه گرفته شد و ماده خشک افزایش یافت. در این مرحله محصول به‌دست آمده رینتنیت است که در دمای 55 درجه سانتی‌گراد هموژنیزه شده و سپس در دمای 77 به مدت 1 دقیقه پاستوریزه گردید. سپس تا دمای 35 درجه سانتی‌گراد سرد و به مقدار 1٪ استارتر مزوفیل (R-704) شامل *لاکتوکوکوس لاکتیس* و *لاکتوکوکوس کرموریس* تهیه شده از شرکت کریستین هانسن و سپس باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* به شیری که از آن نمونه‌های پنیر دارای استارتر تهیه می‌گردید، اضافه شد و جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* (0/3، 0/5 و 0/8٪) و پونه کوهی در مقادیر 0/5 و 1٪ به هر نمونه شیر اضافه گردید و در نهایت رنت به میزان 30 میلی‌گرم در کیلوگرم اضافه و بلافاصله در بسته‌های 300 گرمی پر گردید. پس از تشکیل لخته، مقدار 3 درصد نمک بر روی نمونه‌ها ریخته و درب‌بندی گردید. پنیرهای تولیدی به مدت 24 ساعت در گرمخانه با دمای 30 درجه سانتی‌گراد و 48 ساعت در سردخانه با دمای 4 درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. تیمارها در 3 تکرار تهیه شدند. پنیر خروجی از سردخانه نمونه‌های روز اول بودند. در طول نگه‌داری در فواصل زمانی 1، 15، 30 و 45 روز از نمونه‌های پنیر به‌طور تصادفی نمونه برداری شد و آزمایشات انجام گرفت.

2-2-1-تعیین pH و اسیدیته

pH و اسیدیته با استفاده از استاندارد ملی ایران شماره 2852 اندازه گیری شد[24].

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (1) ویژگی‌های شیمیایی شیر خام مورد استفاده در تولید پنیر پروبیوتیک حاوی جلبک و پونه کوهی*

شاخص	اسیدیته (درجه دورنیک)	pH	ماده خشک بدون چربی (100g/g)	چربی (100g/g)	پروتئین (100g/g)
شیر خام	14	64/6	8/12	3/42	3/01

*اعداد میانگین سه تکرار می‌باشد.

2-2-2-تعیین نیتروژن کل

برای تعیین نیتروژن کل، از روش کجلدال استفاده شد. در این روش، به 2 گرم از نمونه، مقدار 10 گرم سولفات مس، 10 گرم سولفات پتاسیم و 20 میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ اضافه می‌شود. سپس حرارت داده تا مرحله هضم کامل گردد. در اثر حرارت دادن، محلول سیاه می‌شود و بعد از هضم به رنگ سبز در می‌آید. رنگ سبز باید نیم ساعت دوام داشته باشد. سپس به آن آب اضافه می‌شود. در هنگام هضم، اسید سولفوریک، با عامل آمین موجود در پروتئین تبدیل به سولفات آمونیوم شده که با افزوده شدن محلول قلیا به محیط، آمونیاک ایجاد می‌شود که با حرارت دادن محلول (داخل بالن) آمونیاک موجود در نمونه تبخیر شده و در ارلن حاوی حجم معینی اسید، آمونیاک در محیط اسیدی وارد می‌شود و مقداری از آن را خنثی می‌سازد. اسید باقی‌مانده را با محلول هم غلظت یا هم نرمالیته خنثی نموده تا میزان اسید مصرفی توسط آمونیاک مشخص می‌شود. هر میلی‌لیتر اسید 0/1 نرمال، معادل با 1/4 میلی‌گرم نیتروژن است [25].

3-2-2- آزمون بافت

آزمون بافت به صورت آزمون Compression انجام گرفت. برای این آزمون، از دستگاه سنجش بافت (M350-10CT,UK) و پروب صفحه‌ای با قطر 40x40 میلی‌متر استفاده شد. نمونه‌های پنیر بلافاصله قبل از آزمایش از یخچال خارج شده و پس از برش به ابعاد 2/5x2/5سانتی‌متر تا 40٪ ارتفاع اولیه (عمق 10 میلی‌متر) توسط دستگاه فشرده شدند. سرعت پائین آمدن پروب 60 میلی‌متر در دقیقه بود. هر تست حداقل در 3 تکرار انجام شد [26].

4-2-2-ارزیابی حسی

ارزیابی حسی با استفاده از آزمون چشایی به روش هدونیک پنج نقطه‌ای (خیلی ضعیف:1، ضعیف:2، متوسط:3، خوب :4 و خیلی خوب:5) انجام شد [27]. ارزیاب‌ها 5 نفر متخصص صنایع غذایی و به‌طور کامل آشنا با ویژگی‌های پنیر بودند. نمونه‌ها (بسته‌های 100 گرمی) مدتی قبل از آزمون از سردخانه خارج شده و پس از رسیدن به دمای محیط، در قطعات 50 گرمی در اختیار داوران قرار گرفت. ارزیاب‌ها نمونه‌ها را از نظر طعم، رنگ، بو، بافت و مقبولیت نهایی مورد ارزیابی قرار دادند.

5-2-2-روش آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از نرم افزار SAS 9.1 و رویه GLM استفاده شد. برای تجزیه داده‌ها از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده گردید. اثر زمان به عنوان بلوک در نظر گرفته شد. برای مقایسه میانگین اثرات معنی‌دار شده ار روش Lsmean استفاده شد.

3-نتایج و بحث

شیر مصرفی از نظر ویژگی‌های شیمیایی بررسی شد و نتایج آزمون در جدول 1 آمده است.

1-3-نتایج به‌دست آمده از pH و اسیدیته نمونه‌های پنیر پروبیوتیک حاوی جلبک و پونه کوهی

بر اساس نتایج آماری نمودار شکل 1، در پی افزودن غلظت‌های مختلف جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* به نمونه‌ها، اسیدیته به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش پیدا کرد و بیش‌ترین میزان افزایش اسیدیته مربوط به غلظت 0/8٪ می‌باشد. 3 غلظت مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. نمونه شاهد در دو سطح متفاوت پونه کوهی در روزهای نگه‌داری دارای کم‌ترین میزان اسیدیته می‌باشد.

بر اساس نتایج آماری نمودار شکل2 در پی افزودن غلظت‌های مختلف جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس به نمونه‌ها، pH به طور

Archive of SID

www.SID.ir

معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش پیدا کرد و بیش‌ترین میزان کاهش pH مربوط به غلظت 0/8٪ اسپیرولینا و 0/5٪ پونه کوهی در روز اول می‌باشد. اختلاف میزان pH با گذشت زمان، بین سه غلظت جلبک افزوده شده و مقادیر متفاوت پونه کوهی قابل توجه نمی‌باشد. همواره میزان pH نمونه کنترلی در مدت نگه‌داری، در هر دو سطح پونه کوهی، بالاترین مقدار بوده است.

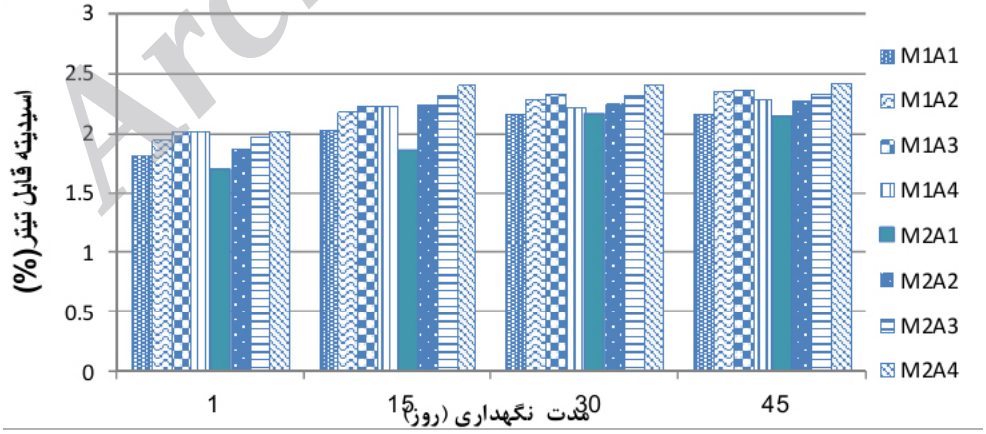
آنچه از نتایج مطالعه حاضر به‌دست آمده، افزایش معنی‌دار اسیدیته قابل تیتر با افزودن ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* ($p<0/05$) و در مقابل، کاهش میزان pH است. این مطلب با نتایج مطالعه‌ای که وارگا و همکاران در سال 2002 انجام دادند، مطابقت دارد [28]. آن‌ها مقدار pH در نمونه‌های حاوی *اسپیرولینا پلاتنسیس* را نسبت به pH شیر تخمیری کنترلی در طول نگه‌داری، پائین گزارش کردند. گلداس و آیریخ در سال 2010 و آکالین و همکاران در سال 2009، به نتایج مشابهی در کاهش pH و افزایش اسیدیته در نمونه‌های حاوی این ریزجلبک دست یافتند[30-29].

همان‌طور که در این مطالعه مشاهده می‌شود، بیش‌ترین افزایش میزان اسیدیته مربوط به نمونه‌های غنی شده با جلبک می‌باشد. این بدان معنا است که تیمارهای حاوی این ریزجلبک در تولید اسید تحریک شده‌اند. مونلار و همکاران در سال 2005، اثر *اسپیرولینا پلاتنسیس* را بر شیرهای تخمیری در دماهای مختلف مورد بررسی قرار دادند؛ آن‌ها بیان کردند که *اسپیرولینا* دارای اثر محرک بر رشد باکتری‌های اسید لاکتیک هستند که منجر به تولید اسید و در نهایت افزایش اسیدیته می‌شوند [31].

جلبک *اسپیرولینا* با مصرف نیتروژن موجود در محیط کشت، منجر به آزادسازی اگزوپلی ساکاریدها می‌گردد که این مواد به عنوان پروبیوتیک عمل نموده، رشد باکتری‌های اسید لاکتیک را تحریک می‌کند و در نهایت منجر به افزایش اسیدیته می‌شود [32]. مواد نیتروژن‌دار موجود در توده زیستی *اسپیرولینا پلاتنسیس* (اسیدهای آمینه، پپتون، آدنین، هیپوگزانتین) موجب تولید اسید و افزایش اسیدیته می‌شوند [33، 31].

2-3-نتایج به‌دست آمده از پروتئین نمونه‌های پنیر پروبیوتیک حاوی جلبک و پونه کوهی

محتوای بالای پروتئین در انواع ریزجلبک، یکی از دلایل اصلی برای در نظر گرفتن آن‌ها به عنوان منبع اصلی پروتئین است [34]. *اسپیرولینا* شامل مقادیر بالایی از پروتئین (70-60٪ وزن خشک آن) می‌باشد [9]. پروتئین موجود در این ریزجلبک حاوی تمامی اسیدهای آمینه ضروری والین، لوسین و ایزولوسین است و از آن‌جا که این ریزجلبک فاقد دیواره سلولی بوده، پروتئین موجود در آن قابلیت هضم بالایی دارد [35]. کمبود اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین در اسپیرولینا گزارش شده است، اما مقدار بالاتری از این اسیدهای آمینه



شکل (1) تغییرات اسیدیته نمونه‌های پنیر پروبیوتیک حاوی جلبک و 0/5 درصد پونه کوهی (0٪ : M_1A_1، 0/3٪ : M_1A_2، 0/5٪ : M_1A_3، 0/8٪ : M_1A_4)، حاوی جلبک و 1 درصد پونه کوهی (0٪ : M_2A_1، 0/3٪ : M_2A_2، 0/5٪ : M_2A_3، 0/8٪ : M_2A_4) طی دوره نگه‌داری

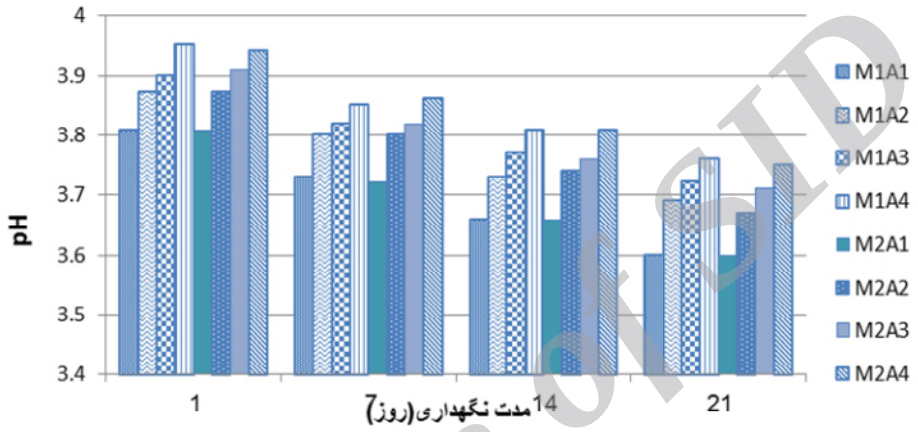
Archive of SID

www.SID.ir

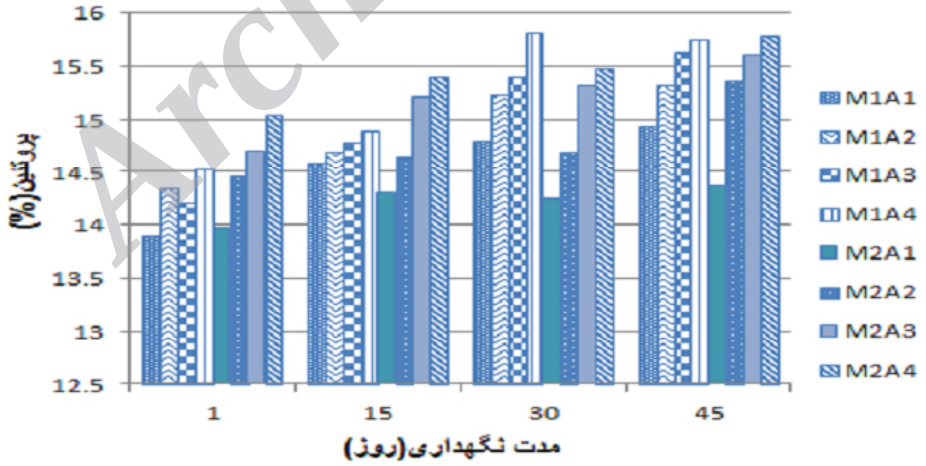
در *اسپیرولینا* نسبت به دانه‌های غلات و سبزیجات وجود دارد [36]. بیش از 100 درصد اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز برای یک فرد بالغ، با مصرف روزانه 36 گرم *اسپیرولینا* معادل چهار قاشق پر سوپ‌خوری تامین می‌شود [36].

بر اساس نتایج آماری نمودار شکل 3 در پی افزودن غلظت‌های مختلف جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* (0/3، 0/5 و 0/8٪) به نمونه‌ها، پروتئین به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد افزایش پیدا کرد و در روز اول بیش‌ترین میزان افزایش پروتئین مربوط به غلظت 0/8٪ *اسپیرولینا* و 1٪ پونه کوهی می‌باشد و در تمام مدت زمان نگه‌داری همواره افزایش پروتئین در نمونه‌های جلبک‌دار نسبت به نمونه شاهد مشاهده شد. نمونه شاهد، حاوی 13/89 درصد پروتئین بود، در حالی‌که این مقدار در روز اول در پنیرهای غنی شده با 0/3، 0/5 و 0/8 درصد ریزجلبک در حدود 1/45، 1/31 و 1/64 درصد افزایش داشت. بیش‌ترین مقدار پروتئین در روز چهل و پنجم در نمونه‌ها مشاهده شد.

نتایج این مطالعه با نتایج تحقیقاتی آکالین و همکاران که بر روی ماست‌های حاوی *اسپیرولینا* انجام دادند مطابقت داشت.



شکل (2) تغییرات pH نمونه‌های پنیر پروبیوتیک حاوی جلبک و 0/5 درصد پونه کوهی (0٪ : M_1A_1، 0/3٪ : M_1A_2، 0/5٪ : M_1A_3، 0/8٪ : M_1A_4، حاوی جلبک و 1 درصد پونه کوهی (0٪ : M_2A_1، 0/3٪ : M_2A_2، 0/5٪ : M_2A_3، 0/8٪ : M_2A_4) طی دوره نگه‌داری



شکل (3)تغییرات پروتئین نمونه‌های پنیر پروبیوتیک حاوی جلبک و 0/5 درصد پونه کوهی (0٪ : M_1A_1، 0/3٪ : M_1A_2، 0/5٪ : M_1A_3، 0/8٪ : M_1A_4، حاوی جلبک و 1 درصد پونه کوهی (0٪ : M_2A_1، 0/3٪ : M_2A_2، 0/5٪ : M_2A_3، 0/8٪ : M_2A_4) طی دوره نگه‌داری

Archive of SID

www.SID.ir

آن‌ها اختلاف آماری معنی‌داری را در میزان پروتئین نمونه‌های حاوی جلبک در مقایسه با نمونه کنترلی مشاهده کردند [30].

3-3-نتایج به‌دست آمده از بافت نمونه‌های پنیر پروبیوتیک حاوی جلبک و پونه کوهی

بر اساس نتایج آماری نمودار شکل 4، با افزایش جلبک، سختی بافت افزایش یافت و بیش‌ترین میزان سختی بافت در بالاترین درصد جلبک و پونه کوهی در میان نمونه‌ها مشاهده شد. میان بافت نمونه‌ها در طی چهل و پنج روز نگه‌داری در فواصل 15 روزه اختلاف آماری بسیار معنی‌داری وجود دارد ($p<0/0001$).

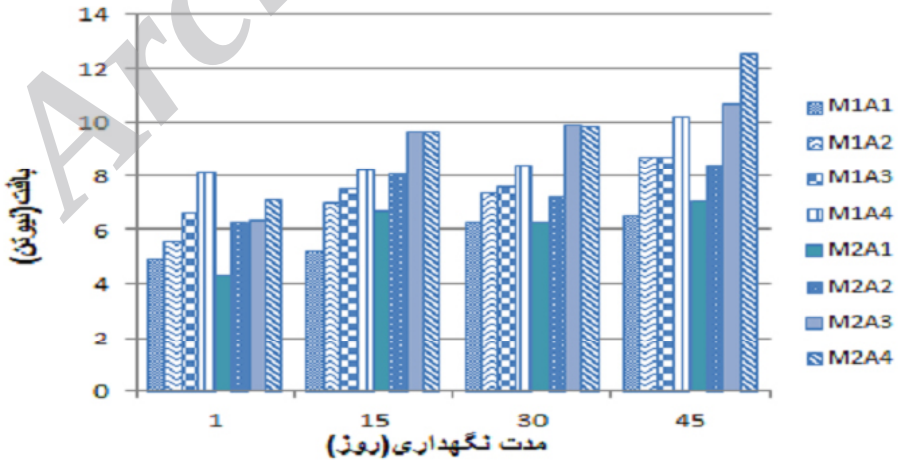
بافت پنیر از ویژگی‌های کیفی اساسی آن محسوب می‌شود که نقش مهمی در مطلوبیت پنیرهای رسیده دارد. ساختار پنیر متشکل از یک شبکه پروتئینی است که فاز چربی و فاز محلول را در بر می‌گیرد. در پنیرهای غنی شده با جلبک، میزان سختی بافت افزایش یافت، که با نتایج مطالعات کی جئون در سال 2006 مطابقت داشت؛ به‌طوری‌که با افزایش جلبک *کلرلا ولگاریس* به نمونه پنیرهای پروسس، سختی بافت افزایش یافت [37]. این احتمال وجود دارد که با کاهش رطوبت و افزایش ماده خشک، میزان سختی بافت نمونه‌های غنی شده با جلبک افزایش یافته است. در نمونه حاوی 0/3٪ جلبک و 0/5٪ پونه کوهی در روز اول اختلاف آماری معنی‌داری ($p<0/05$) با نمونه شاهد نداشت. اما از روز پانزدهم، در نمونه حاوی 0/5٪ پونه کوهی اختلاف آماری معنی‌داری به‌وجود آمد و هم‌چنان تا روز چهل و پنجم، اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه‌های کنترلی و نمونه‌های غنی شده با جلبک وجود داشت. با افزایش درصد پونه کوهی، میزان سختی بافت افزایش یافت.

4-3-نتایج به‌دست آمده از ارزیابی حسی (مقبولیت نهایی) نمونه‌ها

طبق نتایج به‌دست آمده از ارزیابی حسی، مقبولیت نهایی توسط ارزیاب‌ها با افزایش جلبک کاهش یافت. بالاترین میزان پذیرش در بین نمونه‌های جلبکی مربوط به نمونه حاوی 0/3٪ جلبک و 1٪ پونه کوهی است. به‌طور کلی، میزان 0/3٪ جلبک، پذیرش بالاتری در میان همه ارزیابی‌ها (رنگ، طعم، بو، بافت، مقبولیت نهایی) به خود اختصاص داد. با گذشت زمان، تفاوتی در مقبولیت نهایی نمونه‌ها به‌وجود نیامد.

4-نتیجه گیری

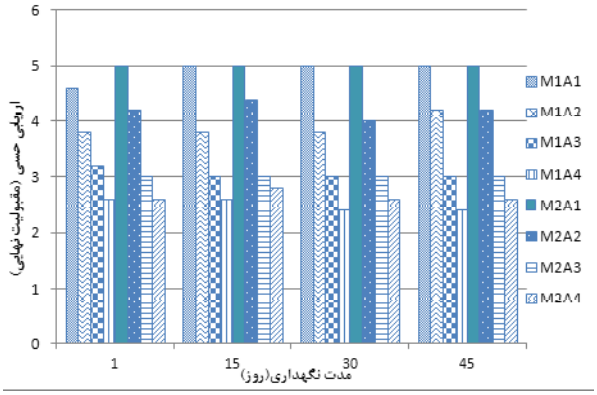
در این پژوهش، اثر غلظت‌های متفاوت ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* (0، 0/3، 0/5 و 0/8٪) بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، پروتئین و بافت) و حسی پنیر فراپالایش حاوی 0/5 و 1٪ پونه کوهی، مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌ها به مدت 45 روز در دمای 4°C نگه‌داری شدند. 8 تیمار با 3 غلظت متفاوت جلبک (0/3، 0/5، 0/8٪ وزنی/وزنی) و



شکل (4) تغییرات بافت نمونه‌های پنیر پروبیوتیک حاوی جلبک و 0/5 درصد پونه کوهی (M_1A_1: 0٪، M_1A_2: 0/3٪، M_1A_3: 0/5٪، M_1A_4: 0/8٪)، حاوی جلبک و 1 درصد پونه کوهی (M_2A_1: 0٪، M_2A_2: 0/3٪، M_2A_3: 0/5٪، M_2A_4: 0/8٪) طی دوره نگه‌داری

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (5) ارزیابی حسی (مقبولیت نهایی) نمونه‌های پنیر پروبیوتیک حاوی جلبک و 0/5 درصد پونه کوهی (M_1A_1 : 0٪، M_1A_2 : 0/3٪، M_1A_3 : 0/5٪، M_1A_4 : 0/8٪)، حاوی جلبک و 1 درصد پونه کوهی (M_2A_1 : 0٪، M_2A_2 : 0/3٪، M_2A_3 : 0/5٪، M_2A_4 : 0/8٪) طی دوره نگه‌داری

2 سطح متفاوت پونه کوهی (0/5، 1٪ وزنی/وزنی) تهیه شد. جهت انجام آزمایشات در روزهای یکم، پانزدهم، سی‌ام و چهل و پنجم نمونه برداری انجام گرفت.

نتایج این مطالعه نشان داد که پنیر سفید ایرانی تهیه شده به روش فراپالایش می‌تواند حامل خوبی برای ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* باشد. غنی‌سازی این محصول با ریزجلبک فوق منجر به افزایش میزان پروتئین گردید. برخلاف سایر میکروارگانیسم‌هایی که به عنوان منبع پروتئینی به‌کار می‌روند، مثل مخمر، سلول‌های *اسپیرولینا* دیواره سلولزی ندارند. بنابراین قابلیت هضم بالایی دارند. *اسپیرولینا* برای قابلیت دسترسی پروتئین‌هایش نیازی به پختن و حرارت دادن ندارد. قابلیت هضم در این ریزجلبک 61-53٪ است که با کازئین که قابلیت هضم آن 92-85٪ است قابل مقایسه است [10]. بیش از 100 درصد اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز برای یک فرد بالغ با مصرف روزانه 36 گرم *اسپیرولینا* معادل 4 قاشق پر سوپ‌خوری تامین می‌شود [36]. با در نظر گرفتن ویژگی‌های حسی، طعم جلبکی *اسپیرولینا پلاتنسیس* با افزودن طعم دهنده‌ای مانند پونه کوهی در نمونه‌ها کاهش یافت و بیش‌ترین پذیرش به نمونه حاوی کم‌ترین میزان پودر *اسپیرولینا* 0/3٪ و بیش‌ترین میزان پونه کوهی 1٪ اختصاص یافت. بنابراین، 0/3٪ افزودن *اسپیرولینا* مقبولیت بیش‌تری نسبت به 0/5 و 0/8٪ دارد. مطالعه اثر ریزجلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* بر سایر سویه‌های باکتریایی پروبیوتیک در انواع پنیر حاوی جلبک مانند پنیر خامه‌ای، پنیر آب نمکی، بررسی خاصیت ضد میکروبی *اسپیرولینا پلاتنسیس* در پنیر فراپالایش برای ادامه تحقیق پیشنهاد می‌شود.

منابع

[1] حیدری والا، ح. (1390). آشنایی با غذاهای فراسودمند. www.salamatiran.com.

[2] Gourner, F., Schaasfsma, G.J. (1998). Probiotics. *Int. J. Food Microbiol.*, 39, 237-238.

[3] Okasanen, P.J., Salminen, S., Saxelin, M., Hamalainen, P., Ihantolavormisto, A., Murasniemi-Isoviita., Nikkari, S., Oksanen, T., Porsti, L., Salminen, E. (1990). Prevention of traveller's diarrhea by lactobacillus G G. *Ann. Med.*, 22, 53-56.

[4] Siitonen, S., Vappatalo, H., Salminen, S., Gordin, A., Saxelin, M., Wikberg, R., Kirkkola, A.L. (1990). Effect of lactobacillus GG yoghurt in prevention of antibiotic associated diarrhea. *Ann Med.*, 22, 57-59.

[5] Gade, J., Thorn, P. (1989). Paraghurt for patients with irritable bowel syndrome. *Scan J. Prim Health Care.*, 7, 23.

[6] Kruis, W., Schutz, E., Fric, P., Fixa, B., Judmaier, G., Stolte, M. (1997). Double-blind comparison of an oral *Eshershia coli* prepration and mesalazine in maintaining remission of ulcerative colitis. *Aliment.*

Archive of SID

www.SID.ir

Pharm. Therap., 11, 853-6.

[7] Nanji, A.A., Khettry, U., Sadrzadeh, S.M.H. (1994). *Lactobacilus* feeding reduces endotoxemia and severity of experimental a cohlic liver (disease). *Pro. Soc. Exp. Med.*, 205-243.

[8] Caire, G.Z.D., Parada, J.L., Zaccaro, M.C., Cano, M.M. (2000). Effect of *Spirulina platensis* biomass on the growth of lactic acid bacteria in milk. *World J. Mi-Crob. Biot*., 6, 563-5.

[9] Ciferri, O. (1983). *Spirulina*: The edible microorganism. *Microbial., Rev* 47, 551-578.

[10] Falquet, J. (2005). The nutritional aspects of *Spirulina*. *Antenna Technol.*,1-5.

[11] معاونی، پ. (1388). *گیاهان دارویی*. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس، 2238.

[12] محمودی، ر.؛ احسانی، ع.؛ تاجیک، ح.؛ آخوند زاده بستی، الف.؛ خسروشاهی اصل، الف. (1389). اثر ضدمیکروبی پونه کوهی و *لاکتوباسیلوس* کازئی بر *استافیلوکوکوس اورئوس* در پنیر سفید ایرانی. مجله *پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد (20)3، شماره 1.

[13] احسانی، ع.؛ محمودی، ر.؛ توکمه‌چی، الف.؛ پژوهی، م. (1389). پنیر سفید ایرانی به‌عنوان یک حامل باکتری پروبیوتیک. فصل‌نامه *علوم و صنایع غذایی*، دوره 8، شماره 31، ص 83-77.

[14] Stanton, C., Gardiner, G., Lynch, P.B., Collins, J.K., Fitzgerald, G., Ross, R.P. (1998). Probiotics cheese. *Int. Dairy J*., 8, 491-496.

[15] Gomes, A.M.P., Malcata, F.X. (1999). A study of the growth of *Lactobacillus acidophilus* in bovine, ovine and caprine milk. *Trends Food Sci. Technol.*,10, 139.

[16] Dinakar, P., Mistry, V.V. (1994). Growth of *Bifidobacterium Bifidum* in cheddar cheese. *J. Dairy Sci.*, 77, 2854-2864.

[17] Hoseini, S.M., Khosravi-Darani, K., Mozafari, M.R. (2013). Nutritional and medical applications of *Spirulina* microalgae. *Mini-reviews in Med.chem.* 13, 1231-1237.

[18] Soheili, M., Khosravi-Darani, K. (2011). The potential health benefits of algae and microalgae in medicine: a review on *Spirulina platensis*. *Curr. Nutr. Food Sci*., 7(4), 279-285.

[19] Shahbazizadeh, S., Khosravi-Darani, K. (2013). Healthy cookies with *Spirulina platensis* microalgae. *Food Bioprocess Technol*., 3(3), 389-393.

[20] Beheshtipour, H., Mortazavian, A.M., Mohammadi, R., Sohrabvandi, S., Khosravi-Darani, K. (2013). Supplementation of *Spirulina platensis* and *Chorella vulgaris* Algae into probiotic fermented milks, *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 12(2), 144-154.

[21] Fadaei (a), V., Mohammadi-Alasti, F., Khosravi-Darani, K. (2013). Influence of *Spirulina platensis* powder on viability of *Lactococcus* strains in probiotic UF feta cheese containing *Menthe longifolia* L. *Int. J. Biol. Biotechnol*., 10(3), 475-478.

[22] Fadaei (b), V., Mohammadi-Alasti, F., Khosravi-Darani, K. (2013). Influence of *Spirulina platensis* powder on the starter culture viability in probiotic yoghurt containing spinach during cold storage, *Eur. J. Exp. Biol*., 3(3): 389-393.

[23] Liang, Sh., Liu, X., Chen, F., Chen, Z. (2004). Current microalgal health food R&D activities in China. *Hydrobiologia*, 512, 45-48.

[24] بی‌نام، (1385)، استاندارد ملی ایران شماره 2852. انتشارات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شیر و فراورده‌های آن، تعیین اسیدیته و pH، روش آزمون، چاپ اول.

[25] AOAC. (1990), The total nitrogen (N) content was measured by the kjeldahl method. 954.01.

[26] Murat Kraoglu, M. (2011). Influence of *cephalaria* addition on physical and sensorial properties of wheat bran bread. *Int. J. Food Pro*. 14, 124-133.

[27] قاضی زاده، م.؛ رزاقی، ع. (1377). *روش‌های ارزیابی*

Archive of SID

www.SID.ir

حسی *مواد غذایی*، انیستیتو تغذیه و صنایع غذایی کشور.

[28] Varga, L., Szigeti, J., Kovacs, R., Foldes, T., Buti, S. (2002). Influence of a *Spirulina platensis* biomass on the microflora of fermented ABT milks during storage. *J. Dairy Sci*., 85, 1031-8.

[29] Guldas, M., Irkin, R. (2010). Influence of *Spirulina platensis* powder on the microflora of yoghurt and acidophilus milk, original scientific paper. 60(4), 273-243.

[30] Akalin, A.S., Ünal, G., Dalay, M.C. (2009). Influence of *Spirulina platensis* biomass on microbiological viability in traditional and probiotic yoghurts during refrigerated storage. *Ital. J. Food Sci.*, 3(21), 357-359.

[31] Molnar, N., Gyenis, B., Varga, L. (2005). Influence of powdered *spirulina platensis* biomass on acid production of lactococci in milk. *Milchwissenschaft*, 4, 380-382.

[32] Parada, J.L., Ceire, G.Z.D., Mule, M.C.Z., Cano, M.M.S. (1998). Lactic acid bacteria growth promoters from *Spirulina platensis*. *Int. J. Food Microbiol.*, 45, 225–228.

[33] Varga, L., Szigeti, J., Ördög, V. (1999). Effect of a *Spirulina platensis* biomass and that of its active components on single strains of dairy starter cultures. *Milchwissenschaft*, 54, 187–190.

[34] Spolaore, P.C., Jounnis-cassan, E., Duran, A., Isamber (2006). Commercial Applications of microalgae. *J. Bioscience and Bioengineering*, 101,87-96.

[35] Cohen, Z. (1997). The chemicals of *Spirulina*, in: Vonshak, A., (Ed.), *Spirulina platensis* (*Arthrospira*): *Physiology, cell-biology and biotechnology*. Taylor and Francis, London, pp175 – 204.

[36] Henrikson, R. (2009). *Earth Food Spirulina*. Ronore Enterprises, Inc. 6 nd edition, pp13.

[37] Ki Jeon J. (2006). Effect of *chlorella* addition on the quality of processed cheese. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 3(35), 373-377.

Archive of SID

www.SID.ir