تاثیر پودرهای مورینگا، آویشن، سیاهدانه، کینوا و تخم گشنیز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی پنیر

فاطمه شهدادی[a*]، سپیده خراسانی[b]، فرناز توکلی[c]، منوچهر استوار[d]

[a] استادیار گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران
[b] استادیار گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[c] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[d] دانشجوی کارشناسی گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۳/۰۵
https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1402.20.4.7.1 DOI: 10.30495/jftn.2023.72790.11247

چکیده

مقدمه: صنعت غذا با تقاضای زیادی برای تولید محصولات جدید که نیازهای مصرف کننده را برای یک سبک زندگی سالم برآورده می‌کنند، مواجهه است. بطوری که غذاهای عملگرای غنی شده با استفاده از مواد گیاهی نقش مهمی در این زمینه ایفا می‌کنند. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی تاثیر غنی‌سازی با پودرهای گیاهی مختلف (آویشن، مورینگا، کینوا، سیاه‌دانه و تخم گشنیز) بر خواص فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و میکروبی پنیر صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: پودرهای گیاهی به میزان۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد به پنیر اضافه شد. نمونه‌های پنیر ابتدا مورد ارزیابی حسی قرار گرفت و در ادامه تمامی آزمایشات اسیدیته،pH، رطوبت، پارامترهای رنگی، ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شمارش کلی باکتریایی و شمارش کپک و مخمر انجام شد.

یافته‌ها: بیشترین اسیدیته مربوط به نمونه شاهد بود و کمترین اسیدیته در نمونه های حاوی پودرهای آویشن، سیاه دانه، کینوا و تخم گشنیز مشاهده شد.بیشترین میزان رطوبت مربوط به تیمار حاوی مورینگا بود و کمترین میزان رطوبت نیز در نمونه شاهد مشاهده شد. با افزودن پودرهای گیاهی به نمونه‌های پنیر شاخص L* نسبت به نمونه شاهد کاهش و شاخص‌های a* و b* افزایش یافت. بیشترین میزان ترکیبات فنولی کل و فعالیت ضدرادیکالی مربوط به نمونه حاوی پودر کینوا و کمترین میزان مربوط به نمونه شاهد بود. نمونه‌های پنیر حاوی پودرهای گیاهی شمارش کلی باکتریایی و کپک و مخمر کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند.

نتیجه‌گیری: افزودن پودرهای گیاهی به نمونه‌های پنیر باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی و کاهش جمعیت میکروبی نسبت به نمونه شاهد گردید و استفاده از این مواد گیاهی برای ایجاد تنوع و تولید محصولاتی با ارزش غذایی بالا توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پنیر، پودرهای گیاهی، خواص آنتی اکسیدانی، شمارش میکروبی

* نویسنده مسئول مکاتبات email: fatemeh.shahdadi@gmail.com

مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌هابه شکل‌های مختلف (تازه، خشک، پودر، آب‌میوه، پوره، پالپ، فیبر و عصاره) ابزاری را برای تولیدکنندگان فراهم می‌کنند تا فواید سلامت‌بخش محصولات غذایی را بهبود بخشند. افزودن این محصولات یا فرآورده‌های جانبی آنها در محصولات لبنی مانند ماست، بستنی و پنیر مورد مطالعه قرار گرفته است (Dibazar*et al*., 2016; Granato *et al*., 2018; Hashemi Gahruie *et al*., 2015; Jeong *et al*., 2017; Wang *et al*., 2019).

پنیر یکی از محصولات لبنی محبوب است که منبعی غنی از مواد مغذی ضروری مانند ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه و مواد معدنی است (López-Expósito *et al*., 2012). مصرف‌کنندگان در سراسر جهان خواستار تولید پنیرهایی بدون افزودنی‌های سنتزی، مانند طعم‌دهنده‌ها و مواد رنگی هستند. توجه به این نکته نیز حائز اهمیت است که ارزش غذایی، ایمنی، سلامت و ویژگی‌های حسی پنیری که حاوی اجزای میوه‌ها و سبزی‌هاست باید در نظر گرفته شود. تأثیر هویج (Mohamed *et al*., 2016)، کلم بروکلی (DattSharma *et al*., 2011)، عصاره انگور (Da Silva*et al*., 2015)، تفاله انگور (Marchiani *et al*., 2016)، کنجد (Slozhenkina *etal*., 2019)، پودر اسفناج (El-Sayed, 2020) و عصاره گوجه فرنگی (Jeong *et al*., 2017) بر روی خواص نمونه‌های پنیر مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین، در این پژوهش، اثرات استفاده از پودر گیاهان مورینگا، آویشن، سیاه‌دانه، کینوا و تخم گشنیز بر خواص فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های حسی و ویژگی‌های میکروبی پنیرها بررسی شد.

مورینگا با نام علمی *Moringa oleifera* به دلیل داشتن مواد مغذی ارزشمند به عنوان یک ماده غذایی مناسب در نظر گرفته می‌شود. این گیاه به عنوان گیاه معجزه‌گر یا درخت زندگی شناخته می‌شود. گیاه مورینگا برای درمان سوء تغذیه در بین کودکان و مادران شیرده استفاده شده است (Leone *et al*., 2015). برگ‌های مورینگا به عنوان منبع غذایی غنی از آهن و کلسیم برای جبران کمبود آهن و کلسیم پیشنهاد می‌شوند. علاوه بر این گزارش شده مورینگا دارای محتوای آنتی اکسیدانی بالایی است (Yang *et al*., 2006). مورینگا گیاهی غنی از مواد مغذی مانند پروتئین، فیبر و مواد معدنی است که برای رژیم غذایی سالم انسان ضروری می‌باشند (Jongrungruangchok *et al*., 2010).

آویشن (*Thymusvulgaris*) از گیاهان تیره‌ی نعناعیان است که کاربرد زیادی به عنوان ادویه دارد. بررسی ترکیبات شیمیایی این گیاه نشان دهنده حضورترکیبات فلاوونوئیدی، ترپنوئیدها و به خصوص اسانس‌های روغنی فرار سرشار از ترکیبات اکسیژنه مانند تیمول و کارواکرول می‌باشد. اسانس آویشن دارای ویژگی ضدباکتریایی،ضد قارچی و آنتی‌اکسیدانی است و نقش مهمی در نگهداری طبیعی غذا دارد (Han *et al*., 2015).

سیاهدانه با نام علمی *Nigellasativa* گیاهی یکساله از خانواده آلالگان می‌باشد. دانه‌های این گیاه حاوی ترکیبات ضدباکتریایی، آنتی‌اکسیدانی و همچنین ترکیبات سودمند متنوع مثل تیموکینون، اسیدهای چرب چند غیراشباع، فیتواسترول‌ها، توکوفرول‌ها و غیره می‌باشد (Sultan, 2012). سیاهدانه دارای اثر ضد کرم، ضد باکتری، مسهل و زیادکننده ترشحات شیر است. سیاهدانه مزه‌ای تلخ و ادویه‌ای دارد و در صنعت پخت و نوشیدنی‌ها از آن استفاده می‌شود (Majdalawieh and Fayyad, 2016).

کینوا یک شبه غلات با نام علمی *Chenopodium quinoa* willdاز خانواده اسفناجیان می‌باشد که دارای ارزش غذایی بسیار بالا است و در سال‌های اخیر اهمیت و ارزش غذایی بالای آن در بسیاری از کشورها مورد توجه قرار گرفته‌است. اهمیت تغذیه‌ای آن مربوط به ترکیب کامل اسیدهای آمینه، میزان بالای مواد معدنی (کلسیم،آهن، منیزیم و روی)، فیبر رژیمی و ویتامین‌ها است. محتوای پروتئین در دانه کینوا در محدوده ۱۴ تا ۲۰ درصد و غنی از اسیدهای آمینه ضروری مانند متیونین و لیزین است. کینوا به علت داشتن ارزش تغذیه ای بالا، به عنوان یک غذای عملگرا و یک ابر غذا شناخته می‌شود(Nowak *et al*., 2016).

گشنیز (*Coriandrumsativum* L.) گیاهی یکساله متعلق به خانوادهApiaceae است.ایران یکی از عمده‌ترین تولیدکنندگان تجاری تخم گشنیز محسوب می‌شود. در طب سنتی ایران دانه‌های گشنیز به طور گسترده به منظور درمان اختلالات دستگاه گوارش، اسهال، کولیت و سایر

اختلالات معده مورد استفاده قرار می‌گیرد. دانه گشنیز در پزشکی عمدتاً به عنوان یک دارو برای سوء هاضمه، ضدکرم، روماتیسم و درد مفاصل مصرف می‌شود. دانه‌های معطر گشنیز همچنین به عنوان ادویه در ترشیجات، پودر کاری، سوسیس، کیک، شیرینی، بیسکویت و نان استفاده می‌گردد (Aelene *et al*., 2019; Nejad Ebrahimi *et al*., 2010).

به دلیل اینکه پودرهای گیاهی بر خواص حسی پنیر بویژه طعم و مزه اثر می‌گذارند و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدمیکروبی و تغذیه‌ای شناخته شده هستند، هدف این مطالعه بررسی تاثیر پودر برخی اجزای گیاهی مانند مورینگا، آویشن، سیاهدانه، کینوا و تخم گشنیز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و میکروبی پنیر سفید بود.

مواد و روش‌ها

شیرگاو کم چرب (۱/۵ درصد چربی) (شرکت شیر پاستوریزه پگاه کرمان، ایران)، مایه پنیر (شرکت آنزیم‌های صنعتی، ایران)، آغازگر SafeIT۲ (شرکت کریستین هانسن، دانمارک)، نمک (شرکت تابان، ایران)، پودرهای گیاهی از فروشگاه‌های معتبر و عطاری‌های شهر کرمان تهیه شدند. مواد شیمیایی مورد استفاده نیز شامل کلرید کلسیم (مرک، آلمان)، رنت (کریستین هانسن، دانمارک)، هیدروکسید سدیم (سیگما، آمریکا)، معرف فنول فتالئین (سیگما، آمریکا)، کربنات سدیم (مرک، آلمان)، معرف فولین سیوکالتو (مرک، آلمان)، DPPH (سیگما، آمریکا)، اتانول (سیگما، آمریکا)، محیط کشت‌های PCA و YGC (مرک، آلمان) بودند.

- تهیه نمونه‌های پنیر

ابتدا شیر پاستوریزه شده تا دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد گرم شد و به آن کلرید کلسیم (۰/۱۵ گرم به ازای هر کیلوگرم شیر) افزوده گردید. سپس مایه کشت آغازگر که حاوی مخلوطی از باکتری‌های مزوفیل و ترموفیل (*استرپتوکوکوس ترموفیلوس، لاکتوباسیلوس بولگاریکوس، لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *لاکتیس* و *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه کرموریس)بود، افزوده و اجازه داده شد تا pH به ۶/۲ برسد. سپس به آن مایه پنیر یا رنت (۰/۰۶ درصد وزنی/ وزنی) اضافه گردید. بعد از تشکیل لخته (بمدت یک ساعت) افزودنی‌های پودری (آویشن، سیاه دانه، مورینگا، تخم گشنیز و کینوا) به میزان۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد به آن اضافه شد. لخته‌ها درون پارچه تمیز قرار داده شد و بمدت ۱۲ ساعت با گذاشتن وزنه سنگین روی آن تحت فشار قرار گرفت. سپس پنیر به قطعات کوچک برش داده شد و در آب نمک (۱۲٪) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت (Mohammadi and Jodeiri, 2013). نمونه‌های پنیر قبل از انجام آزمایشات مورد ارزیابی حسی قرار گرفت و سطح ۰/۵ درصد بیشترین امتیازات حسی را کسب کرد. در ادامه تمامی آزمایشات بر روی سطح ۰/۵ درصد انجام شد.

- آزمون‌های انجام گرفته بر روی نمونه‌های پنیر

- ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر

ارزیابی حسی توسط ۱۵ نفر از دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه شهیدباهنر کرمان صورت گرفت. ارزیابان بر اساس علاقه و دقت انتخاب شدند ودرخصوص امتیازدهی به رنگ و ظاهر، عطر و بو، بافت، طعم و پذیرش کلی به روش امتیازدهی (۵، ۴، ۳، ۲ و ۱ به ترتیب برای بسیار خوب، خوب، متوسط، بد و بسیار بد) آموزش داده شدند (Gholamhosseinpour *et al*., 2014).

- تعیین pH و اسیدیته

مقدار ۲۰ گرم نمونه پنیر کاملا خرد و با آب مقطر به حجم ۲۵۰ میلی لیتر رسانده شد. سپس با کاغذ صافی، صاف گردید. ۲۵ میلی لیتر از محلول صاف شده در یک بشر ریخته و الکترود pH متر (Knick, Germany) درون آن گذاشته شد. برای تعیین اسیدیته، به محتویات بشر سود ۰/۱ نرمال اضافه شد تا pH آن به ۸/۱ برسد. میزان سود مصرفی یادداشت و اسیدیته با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

اسیدیته = میزان سود مصرفی × نرمالیته سود× ۰/۰۰۹ /وزن نمونه

- تعیین میزان رطوبت

۱۰ گرم نمونه پنیر وزن و درون پلیت شیشه‌ای ریخته شد. پلیت‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن

ثابت حرارت داده شد. برای تعیین مقدار رطوبت از رابطه زیر استفاده شد (Jeong *et al.*, 2017):

میزان رطوبت (٪) = وزن نمونه قبل از خشک شدن − وزن نمونه بعد از خشک شد/وزن نمونه قبل از خشک شدن × ۱۰۰

- تعیین فاکتورهای رنگی

رنگ نمونه‌های پنیر با استفاده از یک دستگاه رنگ‌سنج (TES-135A, Taiwan) اندازه‌گیری شد. فاکتورهای رنگی به دست آمده توسط این دستگاه شامل L*، a* و b*بودند. شاخص L* نشان دهنده درجه سفیدی یا سیاهی و a* و b* به‌ترتیب شاخص‌های رنگ قرمز/سبز و زرد/آبی می‌باشند (Ho *et al.*, 2018).

- تعیین میزان ترکیبات فنولی کل

میزان ترکیبات فنولی کل با استفاده از معرف فولین سیوکالتو تعیین شد. برای این کار ۰/۵ گرم نمونه خرده شده پنیر با محلول متانول (۸۰ درصد) به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. محلول حاصل با استفاده از شیکر به مدت ۶۰ دقیقه هم‌زده شد. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ g سانتریفوژ (Centurion, England) گردید. از مایع بالایی صاف شده ۱۰۰ میکرولیتر برداشته و ۷۵۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتو و ۷۵۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم (۶ درصد) اضافه شد و بعد از نیم ساعت نگهداری در دمای محیط، جذب نمونه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICO, 2802, China) در طول موج ۷۵۰ نانومتر خوانده و یادداشت گردید.نتایج برحسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه پنیر محاسبه گردید (Musa *et al.*, 2011).

- تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی

برای تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی از روش جذب رادیکال آزاد DPPH استفاده شد. ۰/۵ گرم نمونه پنیر به ۱۰ میلی لیتر اتانول اضافه و کاملا یکنواخت شد. سپس با سرعت ۵۰۰۰ g و بمدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردید تا ذرات معلق ته نشین شود. به ۶۰۰ میکرولیتر محلول صاف شده و رقیق شده با اتانول (نسبت ۱ به ۵)، ۶۰۰ میکرولیتر محلول DPPH (۰/۲ مولار) اضافه و بعد از گذشت ۱۵ دقیقه در تاریکی میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICO, 2802, China) در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد. درصد جذب رادیکال آزاد با استفاده از رابطه زیر بدست آمد(Musa *et al.*, 2011):

فعالیت آنتی اکسیدانی (٪) = (۱− (جذب نمونه / جذب شاهد)) × ۱۰۰

- آزمون‌های میکروبی

شمارش کلی باکتریایی با استفاده از محیط کشت PCA (PlateCountAgar) در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۶ ساعت و شمارش کپک و مخمر با استفاده از محیط‌کشت YGC آگار (Yeast Glucose Chloramphenicol -Agar) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت (استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۱۵۴) انجام شد.

- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه آماری داده‌های این پژوهش بر پایه طرح آماری کاملا تصادفی در سه تکرار و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ صورت گرفت. پس از آنالیز واریانس میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند و نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل (۲۰۱۰) رسم گردید.

یافته‌ها

- تاثیر سطوح مختلف پودرهای گیاهی بر خواص حسی نمونه‌های پنیر

تاثیر سطوح مختلف پودرهای گیاهی بر خواص حسی نمونه‌های پنیر در جدول ۱ نشان داده شده است. با افزایش میزان پودرهای گیاهی در فرمولاسیون امتیازات مربوط به فاکتورهای حسی و پذیرش کلی کاهش یافت. بیشترین میزان پذیرش کلی مربوط به نمونه‌های پنیر حاوی ۰/۵ درصد پودر تخم گشنیز بود. کمترین امتیازات پذیرش کلی هم در تیمارهای حاوی ۱/۵ درصد پودر سیاهدانه و کینوا مشاهده شد.

- تاثیر تیمارهای مختلف بر برخی خواص فیزیکوشیمیایی نمونه‌های پنیر

داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که کمترین میزان pH مربوط به نمونه شاهد بود. تیمارهای حاوی پودر آویشن،

سیاهدانه، کینوا و تخم گشنیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان pH نشان ندادند ($p>0.05$). بیشترین اسیدیته مربوط به نمونه شاهد بود و کمترین اسیدیته در نمونه های حاوی پودرهای آویشن، سیاه دانه، کینوا و تخم گشنیز مشاهده شد.محتوای رطوبت نمونه‌های پنیر بطور معنی داری تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت و بیشترین میزان رطوبت مربوط به تیمار حاوی مورینگا بود و کمترین میزان رطوبت نیز در نمونه شاهد مشاهده شد.

- تاثیر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های رنگی نمونه‌های پنیر

با افزودن پودرهای گیاهی به نمونه‌های پنیر شاخص L* نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. بیشترین میزان شاخص L* مربوط به تیمار شاهد و کمترین میزان مربوط به تیمار حاوی پودر سیاهدانه بود. پودرهای گیاهی باعث افزایش شاخص a* نسبت به نمونه شاهد شدند و بیشترین میزان شاخص a* در تیمارهای حاوی پودر کینوا و تخم گشنیز مشاهده شد. تیمارهای مورد مطالعه میزان شاخص b* را بطور معنی داری افزایش دادند. بیشترین و کمترین میزان شاخص b* به ترتیب در تیمارهای حاوی پودر مورینگا و تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۱- تاثیر سطوح مختلف پودرهای گیاهی بر خواص حسی نمونه‌های پنیر

Table 1- The effect of different levels of plant powders on the sensory properties of cheese samples

Treatments	Taste	odor	color	texture	General acceptance
Thyme 0.5%	4.8^{ab}	4.6^{ab}	4.8^{ab}	4.7^{ab}	4.7^{ab}
Thyme 1%	4.5^{b}	4.3^{bc}	4.5^{b}	4.7^{ab}	4.5^{b}
Thyme 1.5%	4.0^{c}	4.1^{bc}	4.4^{bc}	4.5^{b}	4.25^{bc}
Moringa 0.5%	4.6^{ab}	5.0^{a}	4.5^{b}	4.8^{a}	4.7^{ab}
Moringa 1%	4.2^{bc}	4.7^{ab}	4.0^{c}	4.7^{ab}	4.4^{bc}
Moringa 1.5%	4.0^{c}	4.7^{ab}	3.8^{cd}	4.5^{b}	4.2^{bc}
Black Seeds0.5%	4.7^{ab}	5.0^{a}	4.5^{b}	4.8^{a}	4.75^{ab}
Black Seeds 1%	4.0^{c}	5.0^{a}	4.0^{c}	4.8^{a}	4.4^{bc}
Black Seeds1.5%	3.9^{cd}	4.7^{ab}	3.5^{d}	4.6^{ab}	4.1^{bc}
Quinoa0.5%	4.7^{ab}	4.5^{b}	4.6^{ab}	4.7^{ab}	4.6^{ab}
Quinoa1%	3.8^{cd}	4.3^{bc}	4.4^{bc}	4.6^{ab}	4.3^{bc}
Quinoa1.5%	3.5^{d}	4.0^{c}	4.1^{bc}	4.5^{b}	4.0^{c}
Coriander seeds0.5%	5.0^{a}	4.8^{ab}	4.9^{a}	4.7^{ab}	4.85^{a}
Coriander seeds1%	4.7^{ab}	4.7^{ab}	4.6^{ab}	4.5^{b}	4.6^{ab}
Coriander seeds1.5%	4.5^{b}	4.5^{b}	4.0^{c}	4.4^{b}	4.35^{bc}

* In each colum, numbers with dissimilar small letters have a significant difference ($p<0.05$).

جدول ۲- تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر برخی خواص فیزیکوشیمایی نمونه‌های پنیر

Table 2- The effect of treatments onsome physicochemical properties of cheese samples

Treatments	pH	Acidity (%)	Moisture (%)
Control	5.23^{c*}	0.81^{a}	60.52^{d}
Thyme	5.66^{a}	0.55^{c}	65.90^{b}
Moringa	5.46^{b}	0.73^{b}	69.33^{a}
Black Seeds	5.67^{a}	0.56^{c}	62.07^{c}
Quinoa	5.61^{a}	0.57^{c}	63.70^{bc}
Coriander seeds	5.63^{a}	0.57^{c}	63.40^{bc}

* In each column means with same superscripts had no significant difference with each other ($P>0.05$)

جدول ۳- تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر شاخص‌های رنگ نمونه‌های پنیر

Table 3- The effect of treatments on color indexes of cheese samples

Treatments	L*	a*	b*
Control	97.33^{a}	-0.55^{d}	3.35^{e}
Thyme	82.4^{cd}	-0.27^{b}	8.93^{ab}
Moringa	83.7^{c}	-0.22^{b}	9.23^{a}
The Black Seeds	80.6^{d}	-0.36^{c}	6.25^{c}
Quinoa	91.18^{b}	-0.16^{a}	5.23^{d}
Coriander seeds	92.83^{b}	-0.15^{a}	5.75^{cd}

* In each column means with same superscripts had no significant difference with each other ($P>0.05$)

- تاثیر تیمارهای مختلف بر ترکیبات فنولی و خواص آنتی اکسیدانی نمونه‌های پنیر

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که با افزودن پودرهای گیاهی به نمونه‌های پنیر میزان ترکیبات فنولی کل و فعالیت ضدرادیکالی افزایش یافت. بیشترین میزان ترکیبات فنولی کل مربوط به نمونه حاوی پودر کینوا و کمترین میزان ترکیبات فنولی کل مربوط به نمونه شاهد بود. بیشترین و کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز به ترتیب در تیمارهای حاوی پودر کینوا و شاهد مشاهده شد. تیمارهای حاوی تخم گشنیز و آویشن تفاوت معنی داری از لحاظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان ندادند ($p>0.05$).

- تاثیر تیمارهای مختلف بر شمارش میکروبی نمونه‌های پنیر

با توجه به نتایج جدول ۵ مشاهده می‌شود که نمونه‌های پنیر حاوی پودرهای گیاهی شمارش کلی باکتریایی و کپک و مخمر کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند. بیشترین شمارش کلی باکتریایی و کپک و مخمر مربوط به تیمار شاهد بود و کمترین میزان شمارش کلی باکتریایی و کپک و مخمر در تیمار حاوی پودر کینوامشاهده شد.

بحث

اضافه کردن پودرها، اسانس‌ها و عصاره گیاهان و ادویه‌ها به پنیرباعث ایجاد طعمی منحصر در آن می‌گردد و علاوه بر ایجاد تنوع در تولید پنیر، ویژگی‌های تغذیه‌ای آن را نیز بهبود می‌بخشد. بیشترپودرهای گیاهی طعم خاصی به پنیرها می‌دهند و برخی ممکن است بر کیفیت میکروبیولوژیکی پنیرها تأثیر بگذارند. تاکنون در مطالعات مختلف گیاهان و ادویه‌های زیادی به پنیر اضافه شده اند که عمدتا شامل فلفل قرمز، فلفل دلمه‌ای سبز و قرمز، فلفل سیاه، پودر خردل، پودر زیره سیاه، میخک، زیره سبز، سیر و غیره می‌باشند. این مطالعه با هدف بررسی تاثیر پودرهای گیاهی آویشن، مورینگا، سیاهدانه، کینوا و تخم گشنیز بر خواص فیزیکوشیمیایی و کیفیت میکروبی پنیر انجام گرفت.

نتایج نشان داد افزودن پودرهای گیاهی به نمونه‌های پنیر باعث افزایش pH و کاهش اسیدیته نسبت به نمونه شاهد گردید. علت کنترل pH و اسیدیته در نمونه‌های حاوی پودرهای گیاهی ممکن است مربوط به تاثیر این پودرها بر باکتری‌های موجود در پنیر باشد. این موضوع نشان می‌دهد که قابلیت زیستی باکتری‌های لاکتیک اسید (استارتری و غیر استارتری) در نمونه‌های حاوی پودرهای

جدول ٤- میزان ترکیبات فنولی و درصد بازداری از رادیکال آزاد DPPH در نمونه‌های پنیر

Table 4- Total phenolic compounds andPercentage of DPPH free radical scavenging in cheese samples

Treatments	Total phenolic contents (mg gallic acid/100 g)	DPPH free radical scavenging (%)
Control	2.1^{f*}	5.34^{f}
Thyme	9.5^{c}	18.4^{c}
Moringa	14.3^{b}	33.22^{b}
The Black Seeds	4.8^{e}	8.26^{e}
Quinoa	34.1^{a}	65.19^{a}
Coriander seeds	7.6^{cd}	15.52^{cd}

* In each column means with same superscripts had no significant difference with each other (P>0.05)

جدول ٥- تاثیر تیمارهای مورد مطالعه بر شمارش کلی باکتریایی و کپک و مخمر نمونه‌های پنیر

Table 5- The effect of treatments on total bacterial and total mold and yeast counts (log cfu/g) of cheese samples

Treatments	Total count (log cfu/ g)	Total yeast and mold counts(log cfu/g)
Control	3.89^{a*}	2.91^{a}
Thyme	3.45^{c}	2.17^{c}
Moringa	2.54^{d}	1.34^{e}
The Black Seeds	3.83^{b}	2.66^{b}
Quinoa	1.42^{e}	1.09^{f}
Coriander seeds	3.43^{c}	2.03^{d}

* In each column means with same superscripts had no significant difference with each other (P>0.05).

گیاهی کمتر می‌باشد؛زیرا فعالیت بیشتر باکتری‌های لاکتیک اسید منجر به تجزیه بیشتر لاکتوز و تولید اسیدهای آلی مثل لاکتیک‌اسید و استیک‌اسید می‌شود که در نتیجه موجب افزایش بیشتر اسیدیته محصول می‌گردد و پودرهای گیاهی مورد مطالعه احتمالاً بدلیل فعالیت ضدمیکروبی باعث کاهش رشد این باکتری‌ها در نمونه‌های پنیر شده‌اند (Wagh *et al*., 2013).

برخی ترکیبات ضدمیکروبی گزارش شده در آویشن شامل تیمول و کارواکرول (Burt, 2004)، در مورینگا ترکیبات فنولی، ساپونین و فلاونوئیدها (Prasad and Elumalai, 2011)، در سیاه دانه تیموکینون، کارواکرول، تی آنتول و ۴-ترپینئول (Chaieb *et al*., 2011)، در تخم گشنیز ترکیبات فنولی و لینالول (Duman *et al*., 2010) و در کینوا ترکیبات فنولی و پپتیدهای زیست فعال (Asao and Watanabe, 2010) می‌باشند.

افزودن پودرهای مختلف به پنیر باعث افزایش رطوبت نسبت به نمونه شاهد گردید. مهمترین عامل مؤثر در تغییرات ماده خشک پنیر، جذب آب توسط پروتئین‌هاست. هرچه گروه‌های قطبی در شبکه پروتئین بالاتر، جذب آب بالاتر و درصد ماده خشک پایین‌تر می‌آید (Souza *et al*., 2008). همچنین در تحقیقArjomand و Hesari (۲۰۱۵) مشاهده شد که با افزایش درصد پودر گردو در فرمولاسیون پنیر، به‌علت حضور ترکیباتی مثل فیبرها و پروتئین که جاذب رطوبت هستند مقدار رطوبت افزایش پیدا کرده است. وجود ترکیباتی مانند فیبرها، پروتئین‌ها، کربوهیدارت‌ها و غیره در پودرهای گیاهی باعث افزایش جذب آب و محتوای رطوبت می‌گردد (El-Sayed, 2017).

اضافه کردن پودرهای گیاهی به پنیر باعث افزایش میزان ترکیبات فنولی کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (ضدرادیکالی) نمونه‌ها شد. خود پنیر حاوی مقدار کمی ترکیبات آنتی اکسیدانی است که به دلیل برهمکنش آنها با پروتئین‌های شیر حفظ می‌شوند. با این حال، ترکیبات محلول در آب با وزن مولکولی پایین اغلب در آب پنیر از بین می‌روند (Han *et al*., 2011)، بنابراین فعالیت آنتی‌اکسیداتیو در پنیرمعمولی و ساده بسیار کم است. فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندک پنیر را به ترکیبات بیولوژیکی که در هنگام تخمیر و رسیدن توسط فرآیندهای پروتئولیتیک تولید می‌شوند، نسبت می‌دهند (Solier *et al*., 2015). افزودن مواد گیاهی به دلیل دارا بودن ترکیبات ضداکسیداتیو می‌تواند ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی پنیر را بهبود بخشد. حضور ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان مورد مطالعه به اثبات رسیده‌است. میزان ترکیبات فنولی کل گزارش شده در عصاره خشک آویشن ۵۳/۲ میلی گرم گالیک اسید در گرم نمونه (Pourmohamad *et al*., 2011)، مورینگا ۱۷/۱۳ میلی گرم (Vongsak *et al*., 2013)، سیاه دانه ۲۷/۶۶ میلی گرم (Mortazaei *et al*., 2013)، اسانس تخم گشنیز ۳۸/۰۴ میلی گرم (Omidi Mirzaei *et al*., 2020) و کینوا ۲۰/۹۱ میلی گرم (Park *et al*., 2017) می‌باشد.

خواص آنتی اکسیدانی اسانس و عصاره‌های مختلف گیاه آویشن (Köksal *et al*., 2017)،مورینگا (Ezz El-Din Ibrahim *et al*., 2022)، کینوا (Abderrahim *et al*., 2015)، سیاه دانه (Burits and Bucar, 2000) و تخم گشنیز (Amin *et al*., 2022) گزارش شده است.

در مطالعه‌ای Caleja و همکاران (۲۰۱۵) پنیری با ترکیبات زیست‌فعال رازیانه تولید کردند که میزان ترکیبات فنولی کل این نمونه‌ها ۲۹/۷۶میلی‌گرم بر گرم بود و منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی پنیر تا ۱۴ روز نگهداری شد. Solhi و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند، افزودن پودر گوجه‌فرنگی به پنیر باعث فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر نمونه‌های غنی شده نسبت به شاهد می‌گردد.

در پژوهشی Akan و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که اضافه کردن پودرهای زیره سیاه، رزماری و آویشن باعث افزایش درصد بازداری از رادیکال آزاد DPPH در نمونه‌های پنیر Lor گردید. همچنین مشخص شد که نمونه‌های پنیر حاوی ترکیب پودرهای مورد استفاده فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به نمونه‌های پنیر حاوی تنها یک پودر داشتند.

اضافه کردن عصاره مصفای بریتانیایی (*Inula britannica*) به پنیر چدار منجر به فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتر آن گردید. علاوه بر این، پنیرهای طعم‌دار پروتئین، خاکستر، رطوبت و ترکیبات فنولی کل بیشتری را در مقایسه با شاهد، همراه با کاهش اسیدیته و چربی نشان دادند (Lee *et al*., 2016). در پژوهشی، Bakheit و Foda (۲۰۱۲) فعالیت آنتی‌اکسیدانی ادویه‌هایی مانند فلفل سیاه، زیره سیاه و میخک را با استفاده از روش مهار رادیکال آزاد

(DPPH) در پنیر Mudaffara تعیین کردند. فعالیت آنتی اکسیدانی پنیرهای تولیدی بیشتر از نمونه کنترل بود. هرچند این فعالیت در پنیرهای تولیدی بسیار کمتر از پودر خود گیاه بود.

بطور کلی تیمارهای حاوی پودرهای گیاهی شمارش کلی میکروبی و کپک و مخمر کمتری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. خواص ضدمیکروبی این گیاهان در مطالعات مختلفی گزارش شده است. برخی محقیقن نشان دادند که که گونه‌های آویشن دارای خواص ضد باکتری، ضد ویروسی، ضد قارچی، ضد انگلی و آنتی‌اکسیدانی هستند (Hassanpouraghdam *et al*., 2022; Petran *et al*., 2020). گزارش شده است که مورینگا حاوی مواد شیمیایی متعددی با خواص ضد میکروبی از جمله تانن‌ها، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها است (Jimoh *et al*., 2020). مطالعات نشان می‌دهد که عصاره و اسانس دانه‌های سیاه‌دانه دارای اثرات ضدباکتریایی (Ozmen *et al*., 2007; Mariam and Al-Basal, 2009) و ضدقارچی (Shigeharu *et al*., 2006) می‌باشند. همچنین گزارش شده است که اثرات مثبت و مهارکنندگی رشد باکتری‌ها در دانه کینوا مربوط به ترکیبات زیستی فعالی مانند پپتیدها می‌باشد (Asao and Watanabe, 2010). علاوه براین بیان شده که فعالیت ضد قارچی بالای عصاره‌های کینوا احتمالاً به دلیل تشکیل ساپونین آبگریز بیشتر است (Stuardo and San Martin, 2008). Shahwar و همکاران (۲۰۱۲) ترکیبات لینالول، γ–ترپینن،α–پینن، کافور، دکانال جرانیل استات، لیمونن، جرانیول، کامفن و دی لیمونن، ترکیبات فرار اصلی دانه گشنیز هستند که اکثر این ترکیبات خواص ضدمیکروبی مناسبی دارند.

ترکیبات طبیعی که فعالیت ضد میکروبی دارند و در غلظت‌های زیاد در گیاهان یافت می‌شوند شامل ترکیبات فنولی، ترپنوئیدها، سسکوی‌ترپن‌ها و احتمالاً دی‌ترپن‌ها با گروه‌های مختلف و غیره می‌باشند (Tajkarimi *et al*., 2010).به نظر می‌رسد مواد موثره موجود در گیاهان دارای فعالیت ضد میکروبی، بر نفوذپذیری یا اختلال در غشای سیتوپلاسمی اثر می‌گذارند، بنابراین به ترتیب اجازه عبور یا انتشار ترکیبات غیر اختصاصی را می‌دهند. علاوه بر این، آنها ممکن است آنزیم کلیدی تولید انرژی سلولی (ATPase) را مهار کنند و در نتیجه منجر به مرگ سلولی شوند (Gouvea *et al*., 2017).

Mohamed و همکاران (۲۰۱۸) با افزودن عصاره *مورینگا اولیفرا*، ماندگاری پنیر خامه‌ای را تا چهار هفته افزایش دادند. نتایج آنها نشان داد عصاره مورینگا قادر به کنترل رشد باکتری‌ها و کپک‌ها در پنیر خامه‌ای می‌باشد. El-Sayed و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی اثر نانوامولسیون عصاره اتانولی تخم گشنیز را بر ماندگاری پنیر نرم بررسی کردند. نتایج نشان داد نانوامولسیون تخم گشنیز سرشار از ترکیبات فنولی مانند (اسید الاژیک، اسید کلروژنیک، روتین و اسید سیرینجیک) بود و اثر باکتریواستاتیک علیه باکتری‌های*استافیلوکوکوس اورئوس*، *اشرشیاکلی* و *آسپرژیلوس فلاووس*نشان داد و توانست رشد کپک و مخمر را تا ۲۰ روز به تاخیر اندازد.

در مطالعه‌ای، گزارش شد که افزودن برخی پودرهای گیاهی مانند مرزه (*Satureja hortenis* L) به پنیر نه تنها از رشد میکروبی جلوگیری می‌کند، بلکه دریافت بعضی از عناصر ضروری مانند آهن را که پنیر فاقد آن است،نیز تضمین می‌کند (Alexa *et al*., 2018).

اثرات ضد باکتریایی اسانس زیره سیاه علیه باکتری *E. coli* O157:H7 و *L. monocytogenes*در نمونه‌های پنیر سفید ایرانی تلقیح شده با این پاتوژن‌ها مورد بررسی قرار گرفت (Ehsani *et al*., 2016). در پنیرهای تیمار شده با اسانس زیره سیاه، رشد هر دو پاتوژن در مقایسه با شاهد در طول نگهداری به طور قابل توجهی کمتر بود، به ویژه برای *L. monocytogenes*، که این موضوع تأیید می‌کند که باکتری‌های گرم منفی به طور کلی نسبت به باکتری‌های گرم مثبت حساسیت کمتری به اثرات ضد باکتریایی اسانس‌ها دارند (Govaris *et al*., 2011؛ Singh *et al*., 2008).

Jeong و همکاران (۲۰۱۴) فعالیت ضد قارچی اسانس‌های مختلف (برگ و پوست دارچین، ریحان، زنجبیل، لیمو، نعناع فلفلی و نعناع) را در پنیر مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اسانس‌های برگ و پوست دارچین بالاترین فعالیت ضد قارچی را در طول رسیدن پنیرAppenzellerنشان دادند. نویسندگان غلظت بهینه اسانس دارچین را کمتر از ۱۰ درصد (وزنی/وزنی) گزارش کردند که در این غلظت فعالیت ضد میکروبی مناسبی

داشته ولی قادر به جلوگیری از رشد استارترهای پنیرنبود. Josipović و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر افزودن فلفل خشک یا تازه، جعفری، سیر، شوید و رزماری را بر خواص پنیر کاتیج مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد از بین گیاهان مورد مطالعه،پودر رزماری به دلیل محتوای بالای اسیدهای رزمارینیک و کافئیک و همچنین فنولیک و فلاون‌ها، بیشترین فعالیت ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی را در پنیر داشت.

نتیجه‌گیری

گیاهان و ادویه‌ها در صنعت لبنیات به عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و طعم‌دهنده و همچنین برای بهبود ظاهر و جذابیت غذاهای غنی شده برای مصرف‌کنندگان و افزایش فروش محصولات گیاهی کاربردهای زیادی پیدا کرده‌اند.بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از پودرهای گیاهی باعث کنترل اسیدیته، بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی پنیر می‌گردد. از بین گیاهان مورد مطالعه پودر کینوا، باعث افزایش ترکیبات فنولی، فعالیت ضدرادیکالی و کاهش شمارش کلی باکتریایی و کپک و مخمر بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها در پنیر گردید. بنابراین استفاده از گیاهان دارویی به شکل‌های مختلف عصاره، اسانس و پودر برای بهبود ویژگی‌های کیفی پنیر توصیه می‌گردد.

منابع

Abderrahim, F., Huanatico, E., Segura, R., Arribas, S., Gonzalez, M.C., Condezo-Hoyos, L. & Abderrahim, F. (2015). Physical features, phenolic compounds, betalains and total antioxidant capacity of coloured quinoa seeds (*Chenopodium. quinoa* Willd.) from Peruvian Altiplano.Food Chemistry, 15, 183, 83-90. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.029

Aelenei, P., Rimbu, CM., Guguianu, E., Dimitriu, G., Aprotosoaie, AC., Brebu, M., Horhogea, C.E. & Miron, A. (2019). Corianderessential oil and linalool–interactions with antibiotics against Gram positive and Gram negative bacteria. Letters in Appliedmicrobiology, 68(2), 156-165. https://doi.org/10.1111/lam.13100

Alexa, E., Danciu, C., Cocan, I., Negrea, M., Morar, A., Obistioiu, D., Dogaru, D., Berbecea, A. & Radulov, I. (2018). Chemical Composition and Antimicrobial Potential of Satureja hortensis L. in Fresh Cow Cheese. Journal of Food Quality, 84(2), 401-413. https://doi.org/10.1155/2018/8424035

Akan, E., Yerlikaya, O., Akpinar, A., Karagozlu, C., Kinik, O. & Rasit Uysal, H. (2021). The effect of various herbs and packaging material on antioxidant activity and colour parameters of whey (Lor) cheese. Dairy Technology, 74(3), 554-563. https://doi.org/10.1111/1471-0307.12778

Amin, S., Ali, Q. & Malik, D. (2021). Antimicrobial and antioxidant Activities of *Coriander sativum*. Journal of Pharmaceutical Research International, 32, 74-81.

Arjomand, J. & Hesari, J. (2015). The effect of walnut powder on physicochemical and microbial characteristics of Probiotic-UF White cheese. Journal of food processing and preservation, 6 (2), 51-61 [In Persian].

Asao, M. & Watanabe, K. (2010). Functional andbioactive properties of quinoa and amaranth. Food Science and Technology Research,16(2), 163-168

Bakheit, A.M. & Foda, M.I. (2012). Sensory evaluation and antioxidant activity of new Mudaffara cheese with spices under different storage temperatures. Journal of Applied Sciences Research, 8(7), 3143–3150.

Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. International Journal of Food Microbiology, 94(3), 223-53. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022

Burits M. & Bucar, F. (2000). Anti-oxidant activity of Nigella sativa oil. Phytotherapy Research, 14, 323–328.

Caleja, C., Barros, L., Antonio, A.L., Ciric, A., Soković, M., Oliveira, M.B.P.P., Santos-Buelga, C. & Ferreira, I.C.F.R. (2015). Foeniculum vulgare Mill. as natural conservation enhancer and health promoter by incorporation in cottage cheese. Journal of Functional Foods, 12, 428–438.

Chaieb, K., Kouidhi, B., Jrah, H., Mahdouani, K. & Bakhrouf, A. (2011). Antibacterial activity of Thymoquinone, an active principle of Nigella sativa and its potency to prevent bacterial biofilm formation BMC Complement. Alternative Medicine, 13, 11-29. https://doi.org/10.1186/1472-6882-11-29.

Datt Sharma, K., Stähler, K., Smith, B. & Melton, L. (2011). Antioxidant capacity, polyphenolics and pigments of broccoli-cheese powder blends. Journal of Food Science and Technology, 48, 510–514. https://doi.org/10.1007/s13197-010-0211-1

Da Silva, F.D., Matumoto-Pintro, P.T., Bazinet, L., Couillard, C. & Britten, M. (2015). Effect of commercial grape extracts on the cheese-making properties of milk. Journal of Dairy Sciences, 98, 1552–1562. https://doi.org/10.3168/jds.2014-8796

Dibazar, P., Khosrowshahi Asl, A. & Zomorodi, S. (2016). Optimization grape fiber and chitosan

yogurts, cheeses, fermented milks, and ice creams: A technological perspective. Current Opinion in Food Science, 19, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.11.013

Han, J. H., Patel, H., Kim, J. E. & Min, S. C. (2015). Microbial inhibition in mozzarellacheese using rosemary and thyme oils in combination with sodium diacetate. Food Science and Biotechnology, 24, 75–84

Han, J., Britten, M., St-Gelais, D., Champagne, C.P., Fustier, P., Salmieri, S.P. & Lacroix, M. (2011). Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese. Food Chemistry, 124, 1589–1594. https://doi.org/ 10.1016/j.foodchem.2010.08.021

Hashemi Gahruie, H., Eskandari, M. H., Mesbahi, G., & Hanifpour, M. A. (2015). Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. Food Science and Human Wellness, 4(1), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.03.002

Hassanpouraghdam, M.B., Ghorbani, H., Esmaeilpour, M., Alford, M.H., Strzemski, M. & Dresler, S. (2022). Diversity and Distribution Patterns of Endemic Medicinal and Aromatic Plants of Iran: Implications forConservation and Habitat Management. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(3), 155-166. https://doi.org/10.3390/ijerph19031552

Jeong, H.J., Lee, Y.K., Ganesan, P., Kwak, H.S. & Chang, Y.H. (2017). Physicochemical, microbial, and sensory properties of queso blanco cheese supplemented with powdered microcapsules of tomato extracts. Korean Journal of Food Science and Technology, 37(3), 342–350. https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.3.342

Jeong, E.J., Lee, N.K., Oh, J., Jang, S.E., Lee, J.-S., Bae, I.-H., Oh, H.H., Jung, H.K. & Jeong, Y.-S. (2014). Inhibitory effect of cinnamon essential oils on selected cheese-contaminating fungi (*Penicillium* spp.) during the cheese-ripening process. Food Science and Biotechnology, 23, 1193–1198.

Jimoh, W.A., Ayeloja, A.A., Badmus, G.O. & Olateju, K.O. (2020). Antibacterial and antifungal effect of moringa (*Moringa oleifera*) on marinated smoked African mud catfish (*Clarias gariepinus*). Food safety, 40(3), 78-92. https://doi.org/10.1111/jfs.12772

Jongrungruangchok, S., Bunrathep, S. & Songsak, T. (2010). Nutrients and minerals content of eleven different samples of Moringa oleifera cultivated in Thailand. Journal of Health Research, 24(3), 123-127.

Josipović, R., Kneževi, Z.M., Frece, J., Markov, K., Kazazić, S. & Mrvčić, J. (2015). Improved properties and microbiological safety of novel cottage cheese containing spices. Food Technology and Biotechnology, 53(4), 454-462. https://doi.org/10.17113/ftb.53.04.15.4029

amounts in fruit yoghurt using response surface methodology (RSM). Journal of Food Science and Technology, 13, 75–88.

Duman, A. D., Telci, I., Dayisoylu, K. S., Digrak, M., Demirtas, İ. & Alma, M. H. (2010). Evaluation of bioactivity of linalool-rich essential oils from *Ocimum basilucum* and *Coriandrum sativum* varieties. Natural Product Communications, 5(6), 969-974. https://doi.org/10.1177/1934578X1000500

Ehsani, A., Hashemi, M., Naghibi, S.S., Mohammadi, S. & Khalili Sadaghiani, S. (2016). Properties of *Bunium Persicum* Essential Oil and its Application in Iranian White Cheese Against *Listeria Monocytogenes* and *Escherichia Coli* O157:H7. Journal of Food Safety, 36, 563–570. https://doi.org/10.1111/jfs.12277

El-Sayed, H., Fouad, M. & El-Sayed, S. (2022). Enhanced microbial, functional and sensory properties of herbal soft cheese with coriander seeds extract nanoemulsion. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 45, 102-113. https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.1.90

El-Sayed, S. M. (2020). Use of spinach powder as functional ingredient in the manufacture of UF-Soft cheese. Heliyon, 6(1), 134-151. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03278

El-Sayed, S.M. (2017). Effect of Thyme on The Quality and Shelf Life of Block Processed Cheese Howida A. Journal of Food and Dairy Science, 8 (8), 335-340. https://doi.org/10.21608/JFDS.2017.38894

Ezz El-Din Ibrahim, M., Miqbil Alqurashi, R. & Yousef Alfaraj, F. (2022). Antioxidant Activity of *Moringa oleifera* and Olive *Olea europaea* L. Leaf Powders and Extracts on Quality and Oxidation Stability of Chicken Burgers. Antioxidants, 11(3), 496. https://doi.org/10.3390/antiox11030496

Gholamhosseinpour, A., Mazaheri Tehrani, M., Razavi, S.M. & Rashidi, H. (2014). Investigating and optimizing the chemical and sensory characteristics of various ultra-refined feta cheese form ulations Reconstructed analog using the response surface method. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 10(2), 107-121.

Gouvea, F.D.S., Rosenthal, A. & Ferreira, E.H.D.R. (2017). Plant extract and essential oils added as antimicrobials to cheeses: A review. Ciência Rural, 47, 1–9. https://doi.org/10.22067/ifstrj.v10i2.37815

Govaris, A., Botsoglou, E., Sergelidis, D. & Chatzopoulou, P.S. (2011). Antibacterial activity of oregano and thyme essential oils against *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in feta cheese packaged under modified atmosphere. LWT - Food Science and Technology, 44, 1240–1244. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.09.022

Granato, D., Santos, J. S., Salem, R. D. S., Mortazavian, A. M., Rocha, R.S. & Cruz, A. G. (2018). Effects of herbal extracts on quality traitsof

Köksal, E., Bursal, E., Gülçin, İ., Korkmaz, M., Çağlayan, C., Gören, A.C. & Alwasel, S.H. (2017). Antioxidant activity and polyphenol content of Turkish thyme (*Thymus vulgaris*) monitored by liquid chromatography and tandem mass spectrometry. International Journal of Food Properties, 20(3), 514-525. https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1168438

Lee, N.K., Jeewanthi, R.K.C., Park, E.H. & Paik, H.D. (2016). Physicochemical and antioxidant properties of Cheddar-type cheese fortified with Inula britannica extract. Journal of Dairy Sciences, 99, 83–88. https://doi.org/10.3168/jds.2015-9935

Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J. & Bertoli, S. (2015). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An overview. International Journal of Molecular Sciences, 16(6), 12791-12835. https://doi.org/10.3390/ijms160612791

López-Expósito, I., Amigo, L. & Recio, I. (2012). A mini-review on health nutritional aspects of cheese with a focus on bioactive peptides. Journal of Dairy Science and Technology, 92, 419-438. https://doi.org/10.1007/s13594-012-0066-5

Majdalawieh, A. F. & Fayyad, M.W. (2016). Recent advances on the anti-cancer properties of Nigella sativa, a widely used food additive. Journal of Ayurveda and Integrative Medicine,7(3),173-180. https://doi.org/10.1016/j.jaim.2016.07.004

Marchiani, R., Bertolino, M., Ghirardello, D., Mcsweeney, P.L. & Zeppa, G. (2016). Physicochemical and nutritional qualities of grape pomace powder-fortified semi-hard cheeses. Journal of Food Science and Technology, 53,1585–1596. https://doi.org/10.1007/s13197-015-2105-8

Mariam, A. & Al-Basal, A. (2009). In vitro and in vivo anti-microbial effects of *Nigella sativa* Linn. seed extracts against clinical isolates from skin wound infections. American Journal of Applied Sciences, 6, 1440–1447. https://doi.org/10.3844/ajassp.2009.1440.1447

Mohamed, F., Salama, H.H., El-Sayed, S.M., El-Sayed, H.S. & Zahran, H.A. (2018). Utilization of natural antimicrobial and antioxidant of *Moringa oleifera* leaves extract in manufacture of cream cheese. Journal of Biological Sciences, 18, 92–106. https://doi.org/10.3923/jbs.2018.92.106

Mohamed, A.G., Salama, H.H. & Walid, G. (2016). Quality Characteristics and Acceptability of an Analogue Processed Spreadable Cheese Made with Carrot Paste (*Daucus carota* L.). International Journal of Dairy Science, 11, 91-99. https://doi.org/10.3923/ijds.2016.91.99

Mohammadi, Kh. & Jodeiri, H. (2013). Effect of different concentrations of nisin on starter culture of model Cheeses manufactured from ultrafiltrated milk. Food Health, 3(1), 33-43.

Mortazaei, S., Rafieian, M., Ansary Samani, R. & Shahinfard, N. (2013) Comparison of Phenolic Compounds Concentrations and Antioxidant Activity of Eight Medicinal Plants. Journal of Rafsanjan University Medical Science, 12(7), 519-30. [In persian]

Nejad Ebrahimi, S., Hadian, J. & Ranjbar, H. (2010). Essential oil compositions of different accessions of *Coriandrum sativum* L. from Iran. Natural Product Research, 24(14), 1287 -9. https://doi.org/10.1080/14786410903132316

Nowak, V., Du, J., Ruth., & Charrondière, U. (2016). Assessment of the NutritionalComposition of Quinoa (*Chenopodium quinoa*Willd.). Food Chemistry, 193(3), 47-54.

Omidi Mirzaei, M., Hojjati, M., Alizadeh Behbahani, B. & Noshad, M. (2020). Determination of chemical composition, antioxidant properties and antimicrobial activity of coriander seed essential oil on a number of pathogenic microorganisms. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 16(2), 221- 233 [In Persian]

Ozmen, A., Gamze, B. & Tugba, A. (2007). Antimitotic and antibacterial effects of the *Nigella sativa* L Seed. Cayologial, 60, 270–272. https://doi.org/10.1080/00087114.2007.10797947

Park, J.H., Lee, Y.J., Kim, Y.H. & Yoon, K.S. (2017). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Seeds Cultivated in Korea. Preventive Nutrition and Food Science, 22(3), 195-202. https://doi.org/10.3746/pnf.2017.22.3.195

Petran, M., Dragos, D. & Gilca, M. (2020). Historical ethnobotanical review of medicinal plants used to treatchildren diseases in Romania (1860s–1970s). Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 16(1), 1-33. https://doi.org/10.1186/s13002-020-00364-6

Pourmohamad, F., Enteshari, S. & Sariri, R. (2011). Total phenolic content and antioxidant activity of the methanolic extracts of three Thymus Cultivars Grown in Iran. Pharmacologyonline,1, 851-860.

Prasad, T. &Elumalai, E. (2011). Biofabrication of Ag nanoparticles using Moringa oleifera leaf extract and their antimicrobial activity. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 1(6),439-42. https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60096-8

Shahwar, M.K., El-Ghorab, A.H., Anjum, F.M., Butt, M.S., Hussain, S. & Nadeem, M. (2012). Characterization of coriander (*Coriandrum sativum* L.) seeds and leaves: Volatile and nonvolatile extracts. International Journal of Food Properties,15, 736-747. https://doi.org/10.1080/10942912.2010.500068

Shigeharu, I., Katsuhisa, U., Toshio, T., Hideyo, Y. & Shigeru, A. (2006). Evaluation of the effect of terpenoid quinones on Trichophyton mentagrophytes by solution and vapor contact. Journal of Infection and Chemotherapy, 12, 100–104. https://doi.org/10.1007/s10156-005-0427-6

Singh, N., Singh, R.K., Bhunia, A.K. & Stroshine, R.L. (2002). Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing Escherichia coli O157: H7 on lettuce and baby carrots. LWT - Food Science and Technology, 35, 720–729. https://doi.org/10.1006/fstl.2002.0933

Slozhenkina, M., Gorlov, I., Kryuchkova, V., Serkova, A., Ryaskova, A. & Belik, S. (2019). Vegetable ingredient in cheese product. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 13, 1018-1025. https://doi.org/10.5219/1207

Solhi, P., Azadmard-Damirchi, S., Hesari, J. & Hamishehkar, H. (2020). Production of the processed cheese containing tomato powder and evaluation of its rheological, chemical and sensory characteristics. Journal of Food Science and Technology, 57(6), 2198-2205. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04256-1

Solieri, L., Rutella, G. S. & Tagliazucchi, D. (2015). Impact of non-starter lactobacilli on release of peptides with angiotensin-converting enzyme inhibitory and antioxidant activities during bovine milk fermentation. Food microbiology, 51, 108-11. https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.05.012

Souza, C.H.B., Buriti, F.C.A., Behrens, J.H. & Saad, S.M.I. (2008). Sensory evaluation of probiotic Mina,s fresh cheese with Lactobacillus acidophilus added soley or in co- culture with a thermophilic starter culture. International Journal of Food Science and Technology, 43(5), 871 877. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01534.x

Stuardo, M. &San Martin, R. (2008). Antifungal properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) alkali treated saponins against *Botrytis cinerea*. Industrial Crops and Products, 27, 296-302. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2007.11.003

Sultan, M., Butt, M., Ahmad, A., Ahmad, N., Amanullah, M. & Batool, R. (2012). Utilization ofNigella sativa L. essential oil to improve the nutritive quality and thymoquinone contents ofbaked products. Pakistan Journal of Nutrition, 11, 812–817. https://doi.org/10.3923/pjn.2012.910.915

Tajkarimi, M.M., Ibrahim, S.A. & Cliver, D.O. (2010). Antimicrobial herb and spice compounds in food. Food Control, 21, 1199–1218. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.02.003

Vongsak, B., Sithisarn, P. Mangmool, S., Thongpraditchote, S., Wongkrajang, Y. & Gritsanapan, W. (2013). Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of Moringa oleifera leaf extract by the appropriate extraction method, Industrial Crops and Products, 44, 566-571. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.021

Wagh, Y.R., Pushpadass, H.A., Magdaline Eljeeva Emerald, F. & Surendra Nath, B. (2013). Preparation and characterization of milk protein films and their application for packaging of Cheddar cheese. Association of Food Scientists & Technologists, 51 (12), 3767-3775. https://doi.org/10.1007/s13197-012-0916-4

Wang, X., Kristo, E. & LaPointe, G. (2019). The effect of apple pomaceon the texture, rheology and microstructure of set type yogurt. Food Hydrocolloids, 91, 83–91. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.01.004

Yang, R.Y., Chang, L.C., Hsu, J.C., Weng, B.B., Palada, M.C., Chadha, M.L. & Levasseur, V. (2006). Nutritional and functional properties of Moringa leaves–From germplasm, to plant, to food, to health. Moringa leaves: Strategies, standards and markets for a better impact on nutrition in Africa. Moringanews, 1-9.

Food Technology & Nutrition / Fall 2023 / Vol. 20 / No. 4

The Effect of Thyme, Moringa, Quinoa, Black Seed and Coriander Seed Powders on the Physicochemical and Antioxidant Properties of Cheese

F. Shahdadi[a]*, S. Khorasani[b], F. Tavakoli[c], M. Ostvar[d]

[a] Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

[b] Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

[c] MSc Student of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

[d] BSc Student of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Received: 13 April 2023 Accepted: 26 May 2023

Abstract

Introduction: The food industry is faced with a great demand to produce new products that meet consumer needs for a healthy lifestyle. Thus, functional foods enriched with plant materials play an important role in this field. Therefore, this study investigated the effect of different plant powders (thyme, moringa, quinoa, black seed and coriander seeds) on physicochemical, antioxidant and microbial properties of cheese.

Materials and Methods: Plant powders were added to cheese at 0.5, 1 and 1.5% concentrations. Cheese samples were subjected to sensory evaluation, followed by tests concerned with acidity, pH, moisture content, L*, a* and b*color factors, phenolic contents, antioxidant activity, total bacterial and mold and yeast counts.

Results: The highest acidity was related to the control sample and the lowest acidity was observed in the samples containing thyme, black seed, quinoa and coriander seed powders. The highest amount of moisture was related to treatment containing moringa and the lowest amount was observed in control. By adding powders to cheese, L* decreased and a* and b* increased as compared to control. The highest amount of total phenolic compounds and antiradical activity was related to sample containing quinoa and the lowest amount was related to control. Samples containing plant powders had lower total bacterial, mold and yeast counts than control.

Conclusion: The addition of plant powders to cheese improved physicochemical and increased antioxidant properties, and reduced microbial population, and the use of these plant powders is recommended to create diversity and produce products with high nutritional value.

***Keywords**: Antioxidant Properties, Cheese, Microbial Count, Plant Powders.*

* Corresponding Author: fatemeh.shahdadi@gmail.com

علوم غذایی و تغذیه / پاییز ۱۴۰۲ / سال بیستم / شماره ۴