تأثیر پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش (*Vigna radiata*) بر ویژگی‌های ماست همزده

سید امید مظلومی[a]، شبنم حقیقت خواجوی[b*]، رضا صفری[c]

[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
[b] استادیار گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
[c] استادیار پژوهشی، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقاتی علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۵/۱۵
https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1402.20.2.7.7 DOI:10.30495/JFTN.2022.65877.11189

چکیده

مقدمه: استفاده از پروتئین هیدرولیز شده جوانه حبوبات از جمله ماش، علاوه برتأثیر بر روی ویژگی‌های بافتی محصولات لبنی از جمله ماست همزده و افزایش ارزش تغذیه‌ای آن به سبب وجود ترکیبات زیست فعال و مواد معدنی، می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای ترکیبات پروتئینی شیر و افزایش راندمان تولید گردد. این تحقیق با هدف بررسی اثر افزودن پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ماست همزده انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش به میزان ۱، ۲ و ۳ درصد (وزنی/وزنی) به عنوان جایگزین کنسانتره پروتئین شیر (MPC) و همچنین به همراه ۱ و ۱/۵ درصد (وزنی/وزنی) MPC به کار برده شد. تأثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی انتخابی (نظیر pH، اسیدیته، ظرفیت نگهداری آب، آب اندازی، درصد ماده خشک، عناصر معدنی، DPPH، ویسکوزیته) و خواص حسی (بافت، رنگ، طعم، بو و پذیرش کلی) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های ماست همزده به مدت ۲۱ روز در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری و متغیرهای مورد نظر در روزهای صفر، هفت، چهارده و بیست و یک اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: به طور کلی افزودن سطح معنی‌داری از غلظت‌های مختلف پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، طی روزهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز نگهداری، ضمن جلوگیری از تغییرات مشخص در pH و اسیدیته، ویسکوزیته ماست را فزایش داد و باعث کاهش آب اندازی در ماست همزده شد. همچنین باعث افزایش ماده خشک و بهبود ویسکوزیته و ویژگی‌های بافت محصول گردیده و میزان عناصر معدنی و ظرفیت آنتی اکسیدانی محصول را افزایش داد.

نتیجه‌گیری: نتایج این بررسی نشان داد که استفاده از پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش می‌تواند جایگزین قابل قبولی برای کنسانتره پروتئین شیر در ماست همزده باشد.

واژه‌های کلیدی: *پروتئین هیدرولیز شده، جوانه ماش، ماست همزده، هیدرولیز آنزیمی.*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: sh.h.khajavi@gmail.com

مقدمه

هیدرولیز پروتئین‌ها باعث ایجاد مخلوطی از پلی‌پپتیدها، الیگو پپتیدها و آمینواسیدهایی که با هیدرولیز نسبی از منبع اصلی پروتئین بوجود آمده، می‌شود. عمل هیدرولیز با استفاده از آنزیم‌های فود گرید و یا روش‌های شیمیایی و قلیایی انجام می‌گردد. هیدرولیزآنزیمی روش مناسب‌تری است زیرا روش‌های هیدرولیز اسیدی و قلیایی قابل کنترل نمی‌باشند. عمل پروتئولیز باعث کاهش وزن مولکولی پروتئین‌های هیدرولیز شده گردیده و شکل فضایی و خاصیت آبگیری آنها را تغییر می‌دهد که این تغییرات به نوع آنزیم پروتئاز مورد استفاده و درجه هیدرولیز پروتئین‌هایی که در معرض قرار می‌گیرند بستگی دارد. پروتئین‌های هیدرولیز شده به وسیله روش‌های آنزیمی ارزش تغذیه ای بیشتری دارند و جذب و دریافت اسیدهای آمینه آنها نسبت به پروتئین‌های کامل و دست‌نخورده بیشتر می‌باشد از طرف دیگر طی این روش پپتیدهای زیست فعال با چندین کاربرد فیزیولوژیکی ایجاد می‌شوند و در صنعت غذا هیرولیز آنزیمی پروتئین‌ها، خواص کاربردی آن ها، مانند خواص امولسیفایری آن‌ها را تغییر می‌دهد همچنین بعلت در دسترس بودن نیتروژن آن‌ها، به فرایند تخمیر کمک فراوانی می‌نمایند (Abdel-salam *et al*., 2015).

فلاوورزایم یک آنزیم پروتئاز و پپتیداز صنعتی می‌باشد که Food grade بوده و از آسپرژیلوس اُریاز در مقیاس صنعتی تولید شده و برای هیدرولیز پروتئین‌ها در صنایع گوناگون و کاربردهای تحقیقاتی و پژوهشی استفاده می‌شود (Ni *et al*., 2019).

pH اُپتیموم برای فعالیت آنزیم فلاوورزایم ۷-۵ می‌باشد و دمای اُپتیموم فعالیت این آنزیم جهت هیدرولیز ۵۰ درجه سلسیوس می‌باشد (Zhang *et al*., 2017).

از آنزیم فلاوورزایم برای تولید پپتیدهای ممانعت کننده ACE[1] از جوانه ذرت، پروتئین‌های لوبیای لوپین و پلاسمای گاوی استفاده می‌شود. از دیگر کاربردهای این آنزیم می‌توان به تولید پپتیدهای اکسیداتیو و از بین برنده رادیکال‌های آزاد از پروتئین‌های کلزا و ماهی تیلا پیا اشاره داشت همچنین در بهبود سیستم‌های امولسیون کننده و تثبیت و ایجاد کف نقش دارد (Merz *et al*., 2015).

ماش با نام علمی *Vigna radiata* یا *Phaseolus aureus* در کشورهایی مانند هند، چین، پاکستان، تایلند، اندونزی، و همچنین نواحی گرم وخشک جنوب اروپا و آمریکا کشت می‌شود. ماش دارای ۵۱ درصدکربوهیدرات، ۲۶ درصد پروتئین، ۴ درصد موادمعدنی، ۳ درصد ویتامین و یک درصد چربی می‌باشد و یکی از منابع مهم پروتئین‌های قابل هضم برای گیاه خواران می‌باشد (Madar *et al*., 2017).

ماست با استفاده از تخمیر لاکتیکی بدست می‌آید که به علت فعالیت دو باکتری استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتو باسیلوس بولگاریکوس حاصل می‌گردد و یک رابطه سیمبیوتیک بین این دو گونه وجود دارد (Nagaoka, 2019).

در یک مطالعه که بر روی پروتئین‌های هیدرولیز شده جوانه ماش انجام شده، پروتئین‌های هیدرولیز شده جوانه ماش (MBPHs)[2]، بر حسب توده مولکولی به سه قسمت تقسیم‌بندی شده‌اند، MBPHs I (۳ کیلو دالتون)، MBPHs II (۱۰-۳ کیلو دالتون) و MBPHs III (بیشتر از ۱۰ کیلو دالتون). مشاهدات نشان داده است که بیشترین درجه هیدرولیز با استفاده از آنزیم آلکالاز انجام شده است و فاکتور (TCA-NSI)[3] توسط آنزیم‌های دیگری ایجاد شده‌اند. MBPHs-I بیشترین درصد DPPH، بیشترین فعالیت چیلاته کنندگی آهن دو ظرفیتی و بیشترین فعالیت ممانعت کنندگی از ACE را در مقابل MBPHs و MBPHs-III از خود نشان داده‌اند. MBPHs-I دارای آمینواسیدهای آب گریز و آروماتیک بوده و این قسمت دارای ساختمان دوم پروتئین‌ها، آلفا هلیکس و بتا شیت با مارپیچ منظم می‌باشد. نتایج نشان داده اند که MBPHs-I بهترین مکمل به عنوان مواد کاربردی طبیعی در صنعت غذا می‌باشد (Xie *et al*., 2019).

امروزه در تولید محصولات لبنی از انواع استابلایزرها و نشاسته‌های اصلاح شده برای ایجاد قوام و بافت‌دار نمودن محصولات با توجه به پایین بودن قیمت آن‌ها استفاده می‌شود و این مواد فاقد ارزش غذایی بوده و باعث افزایش کالری محصولات لبنی می‌شوند. استفاده از پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش بعلت دارا بودن انواع اسیدهای

[1] Angiotensin Converting Enzyme
[2] Mung Bean Protein Hydrolyses
[3] Tri Chloro Aceticacid-Nitrogen Soluble Index

آمینه با وزن‌های مولکولی مختلف، ضمن ایجاد بافت مناسب و دارا بودن خواص عملکردی مناسب، می‌توانند جایگزین بسیار خوبی برای انواع ترکیبات هیدروکلوئیدی و پلی‌ساکاریدها وهمچنین کنساتره پروتئین شیر بوده و با توجه به دارا بودن انواع ویتامین‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها، عناصر معدنی، باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای محصولات شوند و در ایجاد خواص عملکردی مناسب مانند امولسیون کنندگی، پایدار کنندگی، جذب آب و روغن، نقش داشته باشند. بنابراین پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش می‌تواند جایگزین بسیار خوبی برای کنسانتره پروتئین شیر به جهت تولید انواع ماست‌های همزده و طعم دار مانند ماست‌های میوه‌ای باشد.

مواد و روش‌ها

- مواد

شیر پاستوریزه با چربی ۳ و ماده خشک ۸ درصد (بدون چربی) شرکت چوپان تولید کشور ایران، شیر خشک بدون چربی شرکت پگاه تولید کشور ایران، پودر MPC[1] ۷۰ درصد شرکت پگاه تولید کشور ایران، پودر جوانه ماش از شرکت جوانه آفتاب تولید کشور ایران، استارتر کالچر از شرکت کریستین هنسن ساخت کشور دانمارک و آنزیم فلاوورزایم ساخت شرکت نووازیم کشور دانمارک تهیه شدند.

- روش تهیه نمونه ماست

بعد از دریافت و استانداردکردن شیر از نظر چربی و درصد ماده خشک (چربی ۳ درصد و ماده خشک ۱۴ درصد) ، ۶ نمونه که شامل شاهد، ۲ درصد (وزنی/ وزنی) پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و یک درصد (وزنی/ وزنی) MPC، ۱/۵ درصد (وزنی/ وزنی) پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد (وزنی/ وزنی) MPC، با استفاده از ۳،۲،۱ درصد (وزنی/ وزنی) پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، تهیه گردید و بعد از تهیه فرمولاسیون‌ها برای هر کدام بطور مجزا همگن سازی در دمای ۶۰ درجه سلسیوس انجام گرفت. سپس نمونه در بن ماری فراگستر (ساخت ایران) در دمای ۹۵–۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۵–۳ دقیقه حرارت دیده و تا دمای ۴۵–۴۰ درجه سلسیوس خنک شد. در این مرحله میکروارگانیسم آغازگر (شرکت کریستین هنسن کشور دانمارک) اضافه شده (یک گرم در لیتر) و در انکوباتور (مدل RTS شرکت ریحان طب، ایران) در دمای ۴۳ درجه سلسیوس به مدت حدود ۳ ساعت تا رسیدن به pH برابر با ۴/۶۰ نگهداری شد. قبل از تهیه بسته‌بندی‌های ۱۰۰گرمی، لخته ایجاد شده شکسته و نمونه ماست جهت یکنواخت شدن همزده شد. سپس نمونه در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار داده شد و آزمون‌ها در روزهای صفر،۷،۱۴،۲۱ پس از تولید انجام شد (Safari *et al.*, 2017).

جدول ۱- کد بندی تیمارهای تحقیق و فرمولاسیون ماست همزده

Table 1- The samples of stirred Yoghurts

T1	**Control sample**
T2	With 2%(W/W) of hydrolyzed germinated mung bean and 1%(W/W) MPC
T3	With 1.5%(W/W) of hydrolyzed germinated mung bean and 1.5%(W/W) MPC
T4	With 1%(W/W) of hydrolyzed germinated mung bean
T5	With 2%(W/W) of hydrolyzed germinated mung bean
T6	With 3%(W/W) of hydrolyzed germinated mung bean

- هیدرولیز جوانه ماش

به‌منظور هیدرولیز کنسانتره پروتئین دانه ماش، کنسانتره به نسبت (۵ درصد وزنی/ حجمی) در بافر فسفات با pH=۶ یکنواخت شد. سپس آنزیم در غلظت ۱ تا ۱/۵ درصد (وزنی/ وزنی) میزان پروتئین جوانه افزوده شد و هیدرولیز در محدوده دمایی و زمانی به ترتیب ۵۷–۵۵ درجه سلسیوس و یک ساعت در انکوباتور شیکردار (Gerhardt) ساخت کشور آلمان با توان ۱۵۰–۱۰۰ دور بر دقیقه انجام شد. در انتها واکنش آنزیمی توسط دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه متوقف شد و برای جمع‌آوری پروتئین‌های هیدرولیز شده سانتریفوژ کردن با دور ۸۰۰۰–۷۰۰۰ و به مدت ۱۵ دقیقه انجام گرفت (Villanueva *et al.*, 1999).

- آزمون‌ها اندازه‌گیری pH و اسیدیته

سنجش pH با استفاده از pH متر (Methrom مدل ۸۲۷ ساخت کشور سوئیس) و تعیین اسیدیته به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و با استفاده از استاندارد ملی

[1] Milk Protein Concentrated

ایران به شماره ۲۸۵۲ سال ۱۳۸۵ انجام گردید.

- ارزیابی درصد ماده خشک

اندازه‌گیری ماده خشک با استفاده از دستگاه ترازوی رطوبت‌سنج (Sartorius مدل MA35، ساخت آلمان) انجام شد (Forghani *et al*., 2017).

- اندازه‌گیری درصد آب اندازی

مطابق روش Kadamany-Al و همکاران (۲۰۰۳) مقدار ۲۵ گرم نمونه روی کاغذ صافی واتمن گسترده شد و روی قیف بوخنر قرار داده شد. میزان آب اندازی نمونه‌ها تحت خلأ به مدت ۲۰ دقیقه در دمای اتاق از رابطه زیر محاسبه شد (Kadamany-Al *et al*., 2003).

فرمول شماره ۱:

۱۰۰× وزن اولیه نمونه/وزن نمونه بعد از توزین– وزن اولیه نمونه = درصد آب اندازی

- اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH

برای این منظور۱۰۰۰ میکرولیتر از نمونه‌ی پروتئین هیدرولیز شده با ۱۰۰۰ میکرولیتر محلول ۰/۱ میلی مولار DPPH تهیه شده در اتانول ۹۶ درصد مخلوط و به مدت ۶۰ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی نگه داشته می‌شود درنهایت جذب محلول در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط (اسپکتروفوتومتر مدل Gray -100 ساخت شرکت Agilent کشور آمریکا) اندازه‌گیری می‌شود. در نمونه کنترل به جای محلول پروتئین هیدرولیز شده از ۱۰۰۰ میکرولیتر اتانول استفاده شد. فعالیت مهارکنندگی فعالیت رادیکال آزاد از رابطه بیان شده در زیر محاسبه گردید (Sharma & Bhat, 2009).

فرمول شماره ۲:

۱۰۰× (جذب نمونه/ جذب شاهد– جذب نمونه) = درصد فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد

اندازه‌گیری عناصر معدنی

برای اندازه‌گیری میزان سدیم و پتاسیم از دستگاه طیف سنج شعله‌ای (Sherwood، ساخت انگلستان) و برای اندازه‌گیری میزان عناصر آهن، روی، منیزیم، منگنز و کلسیم از دستگاه جذب اتمی (SES مدل Varian220، ساخت انگلستان) استفاده گردید. مقدار این عناصر بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم ماده خشک گزارش شد (Kim *et al*., 2013).

- اندازه‌گیری ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌ها با استفاده از ویسکومتر (بروکفیلد مدل DV-II+PRO نوع RV ساخت کشور آمریکا) انجام شد. برای این منظور نمونه‌ها به مدت ۱۸ ساعت در ۴ درجه سلسیوس نگهداری شده ویسکوزیته نمونه‌ها با استفاده از اسپیندل شماره ۶ و 30 rpm اندازه گیری شده و بر حسب سانتی پوآز گزارش گردید (Manzoor *et al*., 2019).

- اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب

آزمون ظرفیت نگهداری آب با دور ۱۳۵۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سلسیوس توسط دستگاه سانتریفیوژ (Sigma laborzentrifugen 3k-30) ساخت کشور آلمان انجام شد سپس آب آزاد شده خارج گشت و بعد از خشک شدن لخته، ظرفیت نگهداری آب نمونه از رابطه زیر بدست آمد و نتایج حاصله به صورت درصد بیان شد (Nouri *et al*., 2013).

فرمول شماره ۳:

۱۰۰× [وزن اولیه نمونه ماست/ (وزن ظرف خالی– وزن ظرف با لخته)]= ظرفیت نگهداری ماست

- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی از روش امتیازدهی توسط ۱۰ ارزیاب تعلیم دیده (۵ مرد و ۵ زن در محدوده سنی ۲۵ تا ۳۰ سال) موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کرج استفاده شد و صفات مورد بررسی شامل طعم و مزه، عطر و بو، رنگ ظاهری، قوام و پذیرش کلی بود.

- تجزیه و تحلیل آماری

از طرح کاملا تصادفی برای تجزیه و تحلیل استفاده خواهد شد و برای این منظور نرم افزاری آماری (SPSS) نسخه ۲۱ به کاربرده شد. برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. برای بررسی نتایج ارزیابی حسی (آزمون غیر پارامتری) از آزمون کروسکال – والیس[1] استفاده گردید

[1] Kruskal–Wallis one-way analysis of variance

یافته‌ها

- اسیدیته و pH

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها (شکل‌های ۱ و ۲) نشان داد که در تمام روزهای مورد بررسی، بالاترین میزان pH متعلق به نمونه T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) بود ($p\leq۰/۰۵$). در روز صفر پائین‌ترین میزان pH متعلق به نمونهT_3 (محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) و نمونه T (شاهد) بود و در دیگر روزهای مورد برررسی پائین‌ترین میزان pH متعلق در نمونهT_3 (محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) مشاهده شد ($p\leq۰/۰۵$). با گذشت میزان pH نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq۰/۰۵$). به طور کلی افزودن پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش تأثیرمنفی در روند کاهش pH و زمان انکوباسیون طی گرمخانه گذاری ایجاد نکرد.

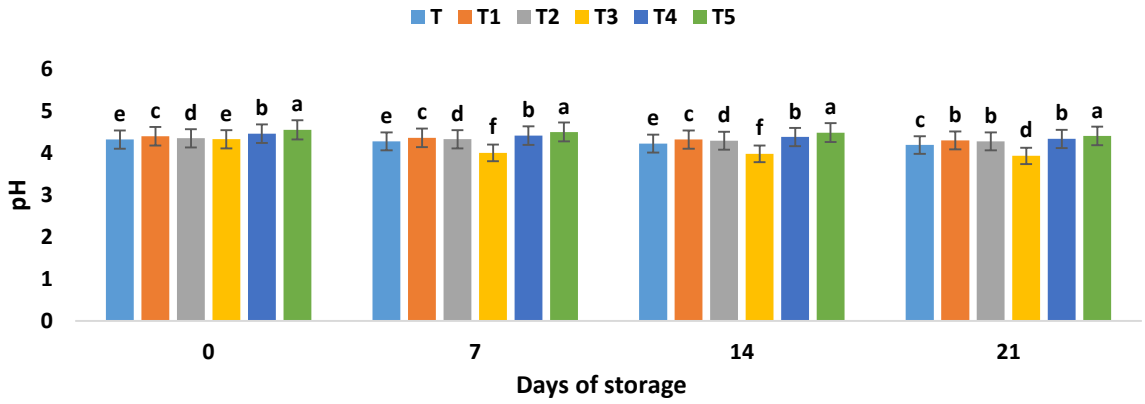

Figure 1- The pH of stirred yoghurt samples contained hydrolyzed germinated mung bean (*vigna radiata*) during Days of storage

شکل ۱- تغییرات میزان pH نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش (*Vigna radiata*) با گذشت زمان

T: نمونه شاهد (فاقد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، T_1: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC، T_2: ۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC، T_3: محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_4: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_5: محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش

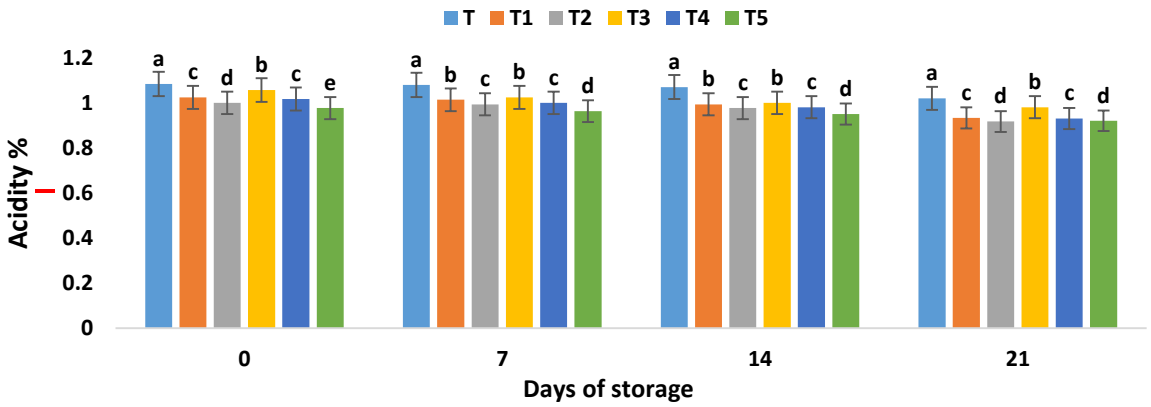

Figure 2- The Acidity of stirred yoghurt samples contained hydrolyzed germinated mung bean (*vigna radiata*) during Days of storage

شکل ۲- تغییرات میزان اسیدیته نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش (*Vigna radiata*) با گذشت زمان

T: نمونه شاهد (فاقد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، T_1: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC، T_2: ۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC، T_3: محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_4: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_5: محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش

- ماده خشک

نتایج تحقیق حاضر (شکل ۳) نشان داد که در تمام روزهای مورد بررسی، بالاترین میزان ماده خشک متعلق به نمونه‌های T_2 (۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC) و T_5(محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) بود ($p\leq$۰/۰۵) و پائین‌ترین میزان ماده خشک در نمونه T (شاهد) مشاهده شد ($p\leq$۰/۰۵). با گذشت زمان اختلاف آماری معنی‌داری در میزان ماده خشک نمونه‌ها ملاحظه نشد ($p>$۰/۰۵).

- ظرفیت نگهداری آب (WHC)

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها (شکل ۴) نشان داد که در روزهای صفر و هفتم، بالاترین میزان ظرفیت نگهداری آب متعلق به نمونه T_4 (محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) بود و پائین ترین میزان ظرفیت نگهداری آب متعلق به نمونهT_2 (۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC) بود ($p\leq$۰/۰۵) در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین میزان ظرفیت نگهداری آب در نمونه T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) و پائین ترین میزان آن در روزهای چهاردهم و بیست و یکم به ترتیب در نمونه ملاحظه شد ($p \leq$۰/۰۵).

با گذشت زمان ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p \leq$۰/۰۵). بطور کلی افزایش میزان پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش بر ظرفیت نگهداری آب اثر مطلوبی را از خود نشان داد.

- آب اندازی

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد (شکل ۵) که در روز صفر بالاترین میزان سینرزیس نمونه T_2 (۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC) بود و اختلاف آماری معنی‌داری در میزان سینرزیس دیگر نمونه‌ها ملاحظه نشد ($p>$۰/۰۵). در روز هفتم نمونه‌هایT_2 (۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC) وT_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای بالاترین میزان سینرزیس بودند و پائین‌ترین میزان سینرزیس متعلق به نمونه‌های T (شاهد) وT_3 (محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) بود ($p\leq$۰/۰۵). در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین سینرزیس در نمونهT (شاهد) ملاحظه شد و نمونه‌هایT_2 (۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC)،T_3 (محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)،T_4 (محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، وT_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای پائین ترین میزان سینرزیس بودند (p ۰/۰۵ ≤). با گذشت زمان میزان سینرزیس نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p\leq$۰/۰۵).

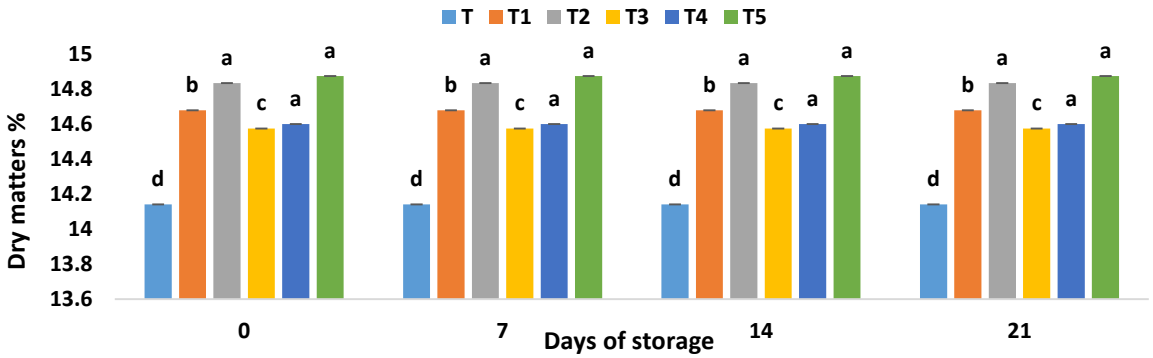

Figure 3- The Dry matters (%) of stirred yoghurt samples contained hydrolyzed germinated mung bean (*vigna radiata*) during Days of storage

شکل ۳- تغییرات میزان ماده خشک نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش (*Vigna radiata*) با گذشت زمان

T: نمونه شاهد (فاقد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، T1: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC، T2: 5/1 درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC، T3: محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T4: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T5: محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش

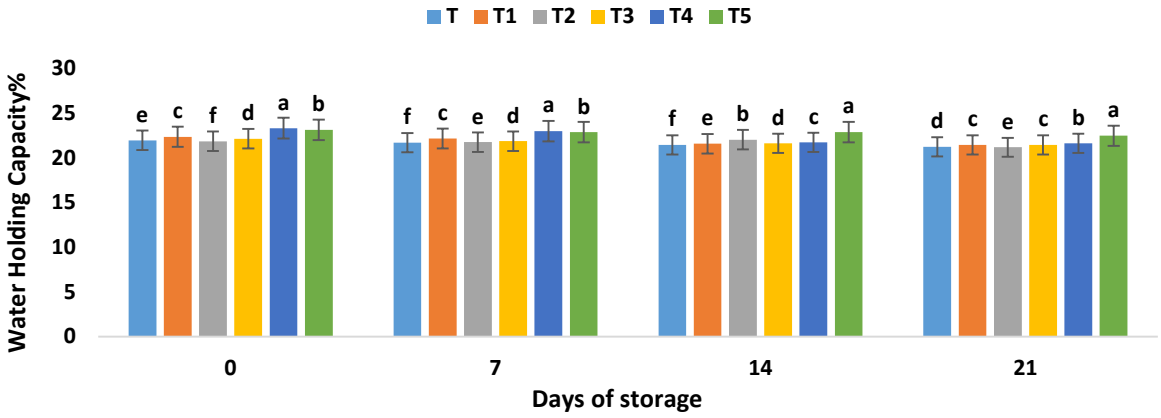

Figure 4- The Water Holding Capacity (%) of stirred yoghurt samples contained hydrolyzed germinated mung bean (*vigna radiata*) during Days of storage

شکل ٤- تغییرات ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش (*vigna radiata*) با گذشت زمان

T: نمونه شاهد (فاقد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، T_1: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC، T_2: ۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC، T_3: محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_4: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_5: محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش

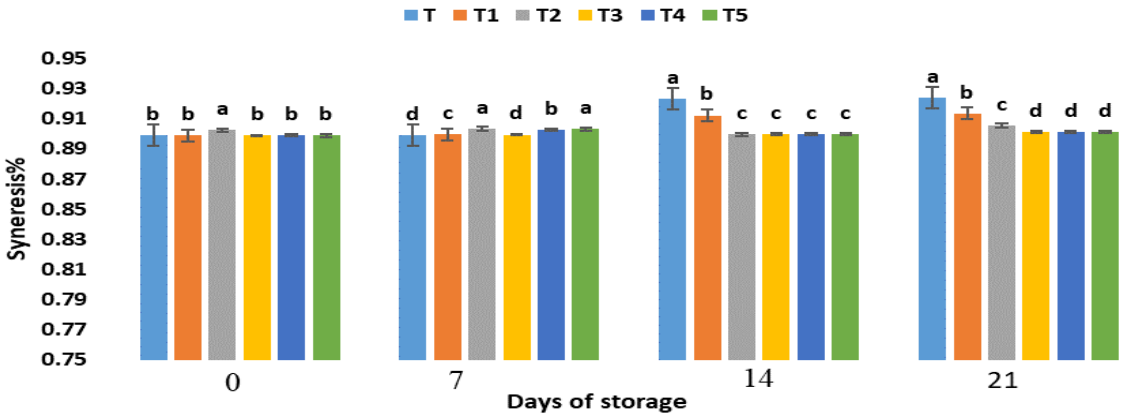

Figure 5- The Syneresis (%) of stirred yoghurt samples contained hydrolyzed germinated mung bean (*vigna radiata*) during Days of storage

شکل ٥- تغییرات میزان سینرزیس نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش (*vigna radiata*)با گذشت زمان

T: نمونه شاهد (فاقد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، T_1: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC، T_2: ۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC، T_3: محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_4: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_5: محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش

- فعالیت آنتی اکسیدانی

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد (شکل ۶) که در تمام بازه‌های زمانی، نمونه T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی و نمونه T (شاهد) دارای پائین‌ترین فعالیت آنتی اکسیدانی بود ($p\leq۰/۰۵$).

با گذشت زمان فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq۰/۰۵$).

- عناصر معدنی

در این پژوهش عناصری مانند کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، پتاسیم و سدیم مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۲) نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که

نمونه T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای بالاترین میزان عناصر و نمونه T (شاهد) دارای پائین ترین میزان عناصر بودند ($p\leq ۰/۰۵$).

- **ویسکوزیته**

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد (شکل ۷) که در روز صفر نمونه T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای بالاترین میزان ویسکوزیته و نمونه و نمونه‌های T (شاهد) وT_3 (محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای پائین‌ترین میزان ویسکوزیته بودند ($p\leq ۰/۰۵$). در روزهای هفتم و چهاردهم، نمونهT_2 (۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC) دارای بالاترین میزان ویسکوزیته و نمونه T_3 (محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه

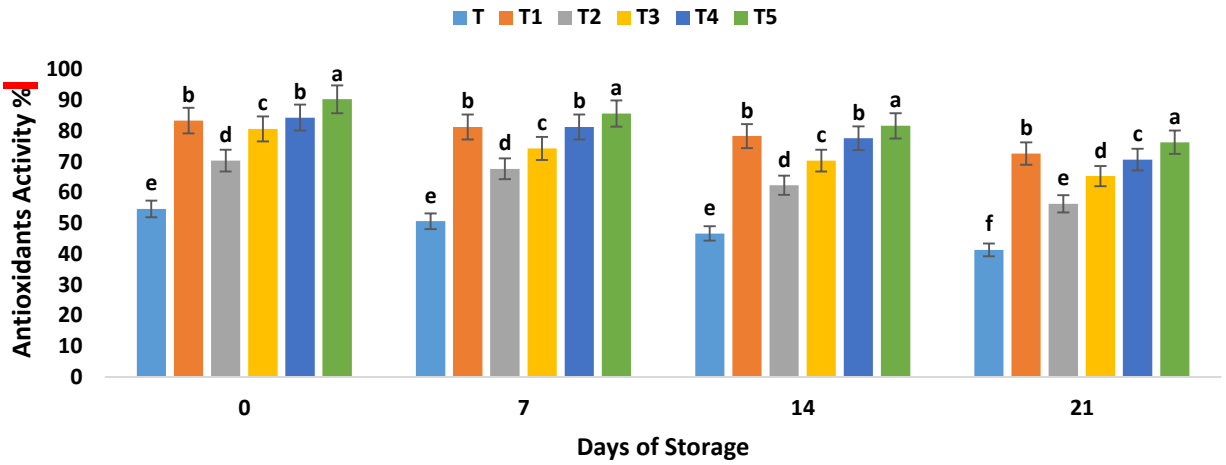

Figure 6- The Antioxidants Activity (%) of stirred yoghurt samples contained hydrolyzed germinated mung bean (*vigna radiata*) during Days of storage

شکل ٦ – تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش (*Vigna radiata*) با گذشت زمان

T: نمونه شاهد (فاقد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، T1: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC، T2: ۱/۵درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC، T3: محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T4: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T5: محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش

جدول ۲- عناصر معدنی (میلی گرم در ۱۰۰گرم ماده خشک) نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش (*Vigna radiata*)

Table 2- The minerals(Mg/100gr) of stirred yogurt samples contained hydrolyzed germinated mung bean (*vigna radiata*)

	Mn	Zn	Fe	Mg	Ca	Na	K
T	17.00±0.21 ^{e}	9.00±0.08 ^{e}	2.00±0.15 ^{f}	17.00±0.22 ^{f}	10.00±0.50 ^{f}	36.00±0.41 ^{f}	141.00±0.52^{e}
T_1	21.40±0.23 ^{b}	12.20±0.13 ^{b}	19.30±0.27 ^{d}	195.10±0.52 ^{e}	145.00±0.52 ^{d}	50.00±0.44 ^{d}	2182.00±0.83^{b}
T_2	20.10±0.24 ^{c}	9.50±0.08 ^{c}	11.80±0.23 ^{e}	231.60±0.55 ^{d}	170.00±0.54 ^{c}	55.00±0.47 ^{c}	1739.00±0.71^{c}
T_3	19.20±0.23 ^{d}	6.10±0.07 ^{d}	22.60±0.31 ^{b}	249.00±0.56 ^{c}	130.00±0.51 ^{e}	47.00±0.43 ^{e}	1232.00±0.65 ^{d}
T_4	21.40±0.25 ^{b}	9.30±0.08 ^{c}	20.00±0.27 ^{c}	287.00±0.57 ^{b}	220.00±0.57 ^{b}	62.00±0.48 ^{b}	2182.00±0.83 ^{b}
T_5	25.60±0.26 ^{a}	16.60±0.19 ^{a}	31.00±0.34 ^{a}	313.00±0.62 ^{a}	300.00±0.61 ^{a}	87.00±0.49 ^{a}	3134.00±0.91 ^{a}

T: نمونه شاهد (فاقد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، T_1: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC، T_2: ۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC، T_3: محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_4: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_5: محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) می‌باشد.

ماش) دارای کمترین میزان ویسکویته بودند ($p\leq$۰/۰۵). در روز بیست و یکم بالاترین میزان ویسکوزیته در نمونه T_1 (محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC) و پائین‌ترین میزان آن در نمونه‌های T_4 (محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) و T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) ملاحظه شد ($p\leq$۰/۰۵). با گذشت زمان ویسکوزیته نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p\leq$۰/۰۵).

- **ارزیابی حسی**

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که در تمام و قوام نمونه‌ها مشاهده نشد ($p>$۰/۰۵). با گذشت زمان از روز هفتم، ارزیابی حسی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq$۰/۰۵).

امتیاز پذیرش کلی: نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد (شکل ۸) که در تمام بازه‌های زمانی اختلاف آماری معنی‌داری در امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها مشاهده نشد ($p>$۰/۰۵). با گذشت زمان از روز هفتم، امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq$۰/۰۵).

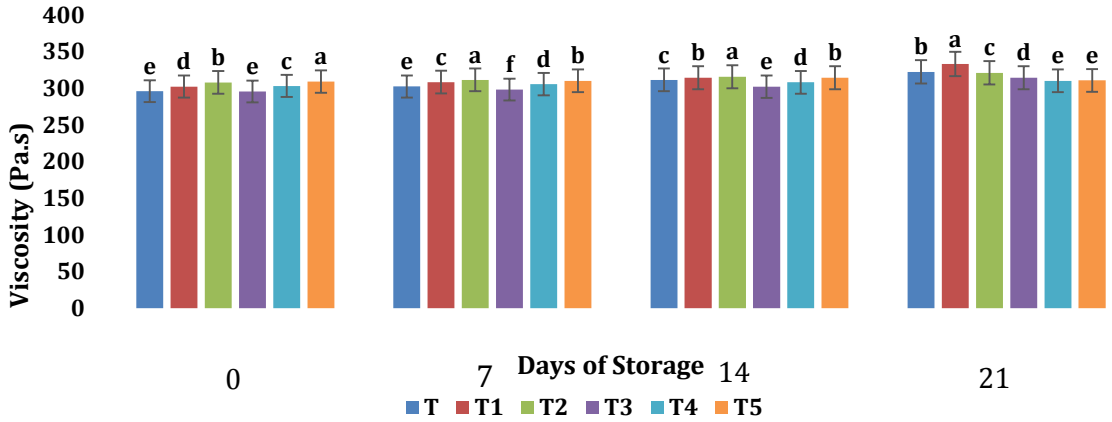

Figure 7- The Viscosity (Pa.s) of stirred yoghurt samples contained hydrolyzed germinated mung bean (*vigna radiata*) during Days of storage

شکل ۷- تغییرات ویسکوزیته نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش (*Vigna radiata*) با گذشت زمان

T: نمونه شاهد (فاقد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، T_1: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC، T_2: ۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC، T_3: محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_4: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_5: محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش

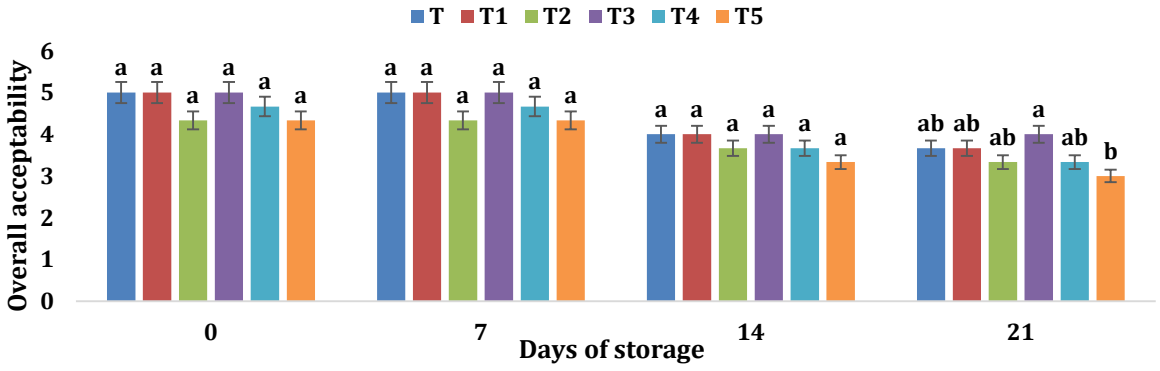

Figure 8- The Overall acceptability of stirred yoghurt samples contained hydrolyzed germinated mung bean (*vigna radiata*) during Days of storage

شکل ۸- تغییرات پذیرش کلی نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش (*Vigna radiata*) با گذشت زمان

T: نمونه شاهد (فاقد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، T_1: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC، T_2: ۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC، T_3: محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_4: محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، T_5: محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش

بحث

- pH و اسیدیته

طبق نتایج تحقیق حاضر در تمام روزهای مورد بررسی، بالاترین میزان pH متعلق به نمونه T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) بود ($p\leq$۰/۰۵). با افزایش میزان پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، pH نمونه‌های ماست به طور معنی‌داری افزایش و اسیدیته آن‌ها کاهش یافت که علت این امر را می توان به میزان pH پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش نسبت داد. Khairunnissa و همکاران در سال ۲۰۱۹ نشان دادند که با افزایش میزان کنساتره جوانه ماش pH نمونه‌های ماست پروبیوتیک افزایش یافت.

Priyadarshani & Muthumuniarachchi در سال ۲۰۱۸ نشان دادن که pH نمونه‌های ماست همزده حاوی ۱۰ درصد خمیر ماش بعد از ۲۸ روز با افزایش همراه شد. همچنین عدم وجود کنسانتره پروتئین شیر (MPC) می‌تواند در این زمینه تأثیر گذار باشد. Delicanli and Ozcan در سال ۲۰۱۶ ثابت نمودند که با افزایش میزان MPC جهت تولید نمونه‌های ماست تقویت شده با پروتئین‌های شیر، میزان اسیدیته افزایش و pH کاهش یافت و این می‌تواند به دلیل افزایش پروتئین‌های شیر مورد استفاده جهت تولید نمونه‌های ماست تقویت در مقایسه با نمونه شاهد و تغییر در ظرفیت بافری آن باشد. در مواقعی که ظرفیت بافری یک محیط غذایی بالا باشد تغییرات اسیدیته و pH بسیار نامحسوس خواهد بود (Kailasapathy, 2008).

هر چند که افزودن ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، اختلاف آماری معنی‌داری را در میزان pH و اسیدیته ماست ایجاد نکرد. به طور کلی افزودن پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش تأثیرمنفی در روند کاهش pH و زمان انکوباسیون طی گرمخانه گذاری ایجاد نکرد. Zare و همکاران در سال ۲۰۱۲ نشان دادند که ترکیبات بدست آمده از حبوبات مانند پروتئین‌های نخود، آرد نخود، آرد عدس، فیبر نخود و پروتئین‌های تغلیظ شده سویا بر روی فعالیت استارترهای ماست در طی دوران انکوباسیون هیچگونه تأثیر منفی ایجاد نکرد. Bankaz و همکاران (۲۰۰۲)، علت کاهش pH در ماست را طی نگه‌داری در سرما، فعالیت متابولیکی ثانویه آغازگرهای ماست گزارش دادند. بر طبق مشاهدات Pacheco-ordaz و همکاران در سال ۲۰۱۷، ترکیبات فنولیک موجود در دانه ماش از رشد L. acidophilus زیرگونه S. Thermophilus و L. acidophilus ممانعت می‌نماید.

- ماده خشک

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در تمام روزهای مورد بررسی، بالاترین میزان ماده خشک متعلق به نمونه‌های T_2 (۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC) و T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) بود ($p\leq$۰/۰۵) و پائین ترین میزان ماده خشک در نمونه T (شاهد) مشاهده شد ($p\leq$۰/۰۵). با گذشت زمان اختلاف آماری معنی‌داری در میزان ماده خشک نمونه‌ها ملاحظه نشد ($p>$۰/۰۵). Remeuf و همکاران در سال ۲۰۰۳ بیان نمودند که عدم جدایی سرم شیر می‌تواند ماده خشک ماست‌های تقویت شده با خمیر ماش را یکنواخت و در حد مطلوب نگاه دارد. بطور کلی افزایش پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و یا MPC و شیر خشک، باعث افزایش ماده خشک محصول می‌گردد. فرقانی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی خواص حسی و فیزیکوشیمیایی ماست حاوی پروتئین‌های یولاف بیان نمودند که با افزایش درصد شیر یولاف به طور معنی‌داری درصد ماده خشک افزایش می‌یابد. بر طبق مشاهدات Priyadarshani & Muthumuniarachchi در سال ۲۰۱۸، نمونه‌های ماست‌های همزده تقویت شده با خمیر ماش، میزان ماده خشک و بریکس بیشتری را نسبت به نمونه شاهد نشان دادند.

- ظرفیت نگهداری آب

با توجه به نتایج در روزهای صفر و هفتم، بالاترین میزان ظرفیت نگهداری آب متعلق به نمونه T_4 (محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) بود و پائین ترین میزان ظرفیت نگهداری آب متعلق به نمونهT_2 (۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC) بود ($p\leq$۰/۰۵). در دیگر روزهای مورد بررسی بالاترین میزان ظرفیت نگهداری آب در نمونه T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) و پائین‌ترین میزان آن در روزهای چهاردهم و بیست و یکم به ترتیب در نمونه

ملاحظه شد (p≤۰/۰۵).

Khairunnisa و همکاران در سال ۲۰۱۹ بیان نمودند که با افزایش میزان کنسانتره جوانه ماش در نمونه‌های ماست، آب اندازی کاهش و ویژگی‌های بافتی بهبود پیدا نمود.

El.Adawy و همکاران در سال ۲۰۰۳ نشان دادند که در اثر جوانه زنی ماش، ظرفیت آبگیری پروتئین‌های آن افزایش پیدا می‌کند و این امر به علت افزایش و ایجاد ظرفیت‌های جدید متصل شونده به مولکول‌های آب طی تغییراتی است که در پروتئین‌های ماش ایجاد می‌شود. ظرفیت آب‌اندازی به نوع پروتئین‌ها در فرمولاسیون محصولات لبنی وابسته می‌باشد (Ishtiaq *et al*., 2019).

با گذشت زمان ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش به طور معنی‌داری کاهش یافت (p≤۰/۰۵). بالا رفتن سطح اسیدیته می‌تواند جداسازی سرم شیر[1] و آب‌اندازی را تحریک نماید (Tamine and Robinson., 1999).

بر طبق مطالعات Yildirim-Elikoglu and Erden در سال ۲۰۱۸، گاهی اوقات واکنش بین پلی‌فنل‌ها پروتئین‌ها می‌تواند به کلوخه شدن پروتئین‌ها و رسوب آن‌ها منجر شده و حلالیت آن‌ها را به ویژه در نقطه ایزو الکتریک کاهش داده و بر ویژگی‌های بافتی محصول و آب‌اندازی تأثیر گذار باشد.

پپتیدهای ماش خواص کابردی بسیار مهمی ازجمله جذب بالای آب در صنعت غذا ایجاد می‌نمایند (Yi-Shen *et al*., 2018).

- آب اندازی

یکی از معایب عمده در ماست، آب اندازی (سینرزیس) است که در واقع، به ظهور سرم یا آب پنیر در سطح ماست اطلاق می شود. آب اندازی در ماست به دلیل چروکیدگی ساختار سه بعدی شبکه پروتئینی رخ می دهد و منجر به کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب پنیر و خروج آب از ماست می‌شود (Lucey, 2004).

گلشن و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی اثر افزودن پودر ماش بر روی خصوصیات کیفی ماست بیان نمودند که سینرزیس در نمونه‌های غنی شده با ۲-۱ درصد پودر ماش نسبت به نمونه‌های دیگر به طور قابل توجهی بیشتر بود اما غنی‌سازی با پودر ماش بیشتر از ۳ درصد پایین‌ترین سینرزیس در طی ۲۸ روز ماندگاری نتیجه داد. در روزهای مورد بررسی بالاترین سینرزیس در نمونهT (شاهد) ملاحظه شد و نمونه‌هایT_2 (۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC)، T_3 (محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)،T_4 (محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)، وT_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای پائین ترین میزان سینرزیس بودند (p≤۰/۰۵). Khairunnisa و همکاران در سال ۲۰۱۹ بیان نمودند که با افزایش میزان کنسانتره جوانه ماش در نمونه‌های ماست، آب اندازی کاهش و ویژگی‌های بافتی بهبود پیدا نمود.

بر طبق مطالعات Du و همکاران در سال ۲۰۱۷ پروتئین‌های ایزوله شده از ماش بواسطه برخورداری از ساختار بتا هلیکس صفحه ای درون مولکولی از ظرفیت جذب آب بالایی برخوردار می‌باشتد.

Delicanli and Ozcan در سال ۲۰۱۴ نشان دادند که اضافه نمودن پروتئین‌های سرمی شیر، باعث کاهش سینرسیس و افزایش ظرفیت نگهداری آب در نمونه‌های ماست بدون چربی گردید.

Keoghm and Okennedy در سال ۱۹۹۸ نشان دادن که با اضافه نمودن پروتئین به ماست همزده، میزان سینرسیس نسبت به نمونه شاهد تا ۱۴/۴ درصد کاهش یافت.

مهمترین علت افزایش سینرسیس در ماست را می‌توان کاهش pH و عدم تشکیل شبکه ژلی کامل در حین گرمخانه گذاری عنوان کرد (Alirezalu and Azad Damirchi., 2015).

در صنعت غذا هیرولیز آنزیمی پروتئین‌ها، خواص کاربردی آن‌ها، مانند خواص امولسیفایری آن‌ها را تغییر می‌دهد (Abdel-salam *et al*., 2015).

- فعالیت آنتی اکسیدانی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در تمام بازه‌های زمانی، نمونه T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی و نمونه T (شاهد) دارای پائین ترین فعالیت آنتی اکسیدانی بود

[1] Whey

($p\leq$۰/۰۵). با گذشت زمان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq$۰/۰۵).

Xie و همکاران در سال ۲۰۱۹ نشان دادند که افزایش پروتئین‌های هیدرولیز شده جوانه ماش خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی داشته و تأثیر قابل توجهی در ازبین بردن و زدودن DPPH داشته و بسیار شبیه آنتی اکسیدان‌های سنتتیک اسیدآسکوربیک عمل نمودند. Zahir و همکاران در سال ۲۰۲۰ ، کنسانتره ۴ نوع لوبیا را به ماست همزده اضافه نموده و بر اساس آزمون DPPH مشخص نمودند که نمونه ها، فعالیت آنتی اکسیدانی بسیار خوبی را در مقایسه با نمونه شاهد از خود بروز دادند.

Sarker و همکاران در سال ۲۰۲۰، پروتئین‌های لوبیای قرمز را با استفاده از آنزیم پپسین مورد هیدرولیز قرار داده و آمینو اسیدهای زیست فعال را که خواص آنتی‌اکسیدانی داشتند به میزان ۳ گرم در لیتر به ماست اضافه نموده و بر اساس اندازه‌گیری DPPH مشخص نمودند که فعالیت آنتی اکسیدانی نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. در دمای اتاق با گذشت زمان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش یافت.

بر طبق مطالعات Dong و همکاران در سال ۲۰۱۲، جوانه ماش نسبت به دانه ماش فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری را در ارتباط با آزمون DPPH از خود بروز دادند.

Lopsongphon and Yongsawadigul در سال ۲۰۱۳ نشان دادند که هیدرولیز پروتئین ماش بوسیله آنزیم پروتئاز میکروبی توسط Virgibacillus Sp، فعالیت آنتی‌اکسیدانی خوبی را به واسطه یک سر (C-Terminal Arg) از خود بروز دادند.

جوانه‌زدن ماش به طرز قابل توجهی میزان اسید آسکوربیک، پلی‌فنل‌ها، فلاوونوئیدها را افزایش داده و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن را نسبت به دانه ماش افزایش می‌دهد (Gue *et al.*,2012).

طبق یافته‌های محققان، بذرهای بقولات سرشار از ترکیبات پلی‌فنولیک با خاصیت آنتی‌اکسیدانی از جمله فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک و لیگنین است. دانه ماش سرشار ازترکیبات پلی‌فنول می‌باشد که به دو دسته فلاوونوئیدها و فنولیک اسیدها تقسیم‌بندی می‌شوند همچنین سرشار از پلی ساکاریدهای زیست فعال می باشد که نقش بسیار مهمی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد دارند. همچنین پپتیدهای بدست آمده طی هیدرولیز پروتئین‌های ماش دارای خواص آنتی‌اکسیدانی می‌باشند (Hou *et al.*, 2019).

طی انجام هیدرولیز آنزیمی پروتئین‌های ماش، پپتیدهای زیست فعال با چندین کاربرد فیزیولوژیکی ایجاد می‌شوند (Abdel-salam *et al.*, 2015).

- عناصر معدنی

طبق یافته‌های محققان ماش سرشار از ترکیبات معدنی، آهن، فیبرهای رژیمی می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که نمونه T5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای بالاترین میزان پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و نمونه T (شاهد) دارای پائین‌ترین میزان عناصر معدنی مذکور بود (Hou *et al.*, 2019).

طی مطالعات اخیر نشان داده شده است که در ماش پپتیدهایی وجود دارند که خاصیت جذب و باند شدن با کلسیم و آهن و سایر موادمعدنی را دارند و این واکنش‌ها توسط پپتیدهایی با وزن مولکولی کم که در دو سر آبدوست و آبگریز زنجیره پروتئینی قرار دارند انجام می‌شود (Budseekoad *et al.*, 2018).

- ویسکوزیته

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که در روز صفر نمونه T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای بالاترین میزان ویسکوزیته و نمونه و نمونه‌های T (شاهد) و T_3 (محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای پائین‌ترین میزان ویسکوزیته بودند ($p\leq$۰/۰۵). در روزهای هفتم و چهاردهم، نمونهT_2 (۱/۵ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱/۵ درصد MPC) دارای بالاترین میزان ویسکوزیته و نمونه T_3 (محتوی ۱ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) دارای کمترین میزان ویسکویته بودند ($p\leq$۰/۰۵). در روز بیست و یکم بالاترین میزان ویسکوزیته در نمونه T1 (محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و ۱ درصد MPC) و پائین‌ترین میزان آن در نمونه‌های T4 (محتوی ۲ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) و T5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش)

ملاحظه شد($p \leq ۰/۰۵$).

Delicanli and Ozcan در سال ۲۰۱۶ نشان دادن که با استفاده از کازئینات کلسیم و سدیم و همچنین MPC در نمونه‌های ماست بدون چربی ویسکوزیته نمونه‌ها نسبن به نمونه شاهد افزلیش می‌یابد.

با گذشت زمان ویسکوزیته نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیزشده جوانه ماش به طور معنی‌داری افزایش یافت. بر طبق نظر Yildirim-Elikoghu and Erdem در سال ۲۰۱۸، شکل‌گیری بافت مناسب در نمونه‌های ماست تقویت شده یا کنسانتره جوانه ماش، می‌تواند به دلیل ایجاد اتصالات جانبی به واسطه واکنش بین پلی فنل‌ها و پروتئین‌های کنسانتره جوانه ماش باشد.

Khairunnisa وهمکاران در سال ۲۰۱۹ نشان دادن که با افزایش کنسانتره جوانه ماش در نمونه‌های ماست پروبیوتیک، ویسکوزیته افزایش و بافت مستحکم کردید.

طی مدت زمان نگه‌داری، میزان ویسکوزیته تمامی نمونه‌ها از روز اول تا روز چهاردهم از روند کاهشی پیروی می‌کند. از روز چهاردهم تا پایان دوره نگه‌داری میزان ویسکوزیته نمونه‌های ماست افزایش داشت که احتمال دارد این افزایش ویسکوزیته در طول دوره نگه‌داری به علت ایجاد تغییرات در اتصال پروتئین- پروتئین موجود در شبکه سه بعدی پروتئینی نمونه‌های ماست باشد.

Tamim در سال ۲۰۰۶ نشان داد که ویسکوزیته تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله دمای گرمخانه گذاری، محتوای فیبر و کازئین، تیمار حرارتی شیر، اسیدیته شیر و نوع کشت آغازگر قرار می‌گیرد.

Du.M و همکاران در سال ۲۰۱۷ نشان دادند که خیلی از خواص کاربردی پروتئین‌های ایزوله شده ماش مانند خواص امولسیفایری، ایجاد ژل و ویسکوزیته مناسب به خاطر حلالیت خوب آن‌ها در pH=۴-۵ می‌باشد و با توجه به ظرفیت بسیار بالای جذب آب توسط پروتئین‌های ماش، این عامل دلیلی بر ویسکوزیته مناسب ایجاد شده توسط این پروتئین‌ها در صنایع غذایی می‌باشد.

خصوصیات بعضی از پروتئین‌ها و پپتیدها می‌تواند باعث بهبود برخی از خواص کار بردی مثل خاصیت امولسیون کنندگی، افزایش ویسکوزیته و همچنین کف‌ها در افزایش ماندگاری محصولات غذایی گردد (Yi-Shen *et al.*, 2018).

- امتیاز پذیرش کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در تمام بازه‌های زمانی اختلاف آماری معنی‌داری در امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). با گذشت زمان از روز هفتم، امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p\leq۰/۰۵$). برطبق مشاهدات Khairunnisa و همکاران در سال ۲۰۱۹، افزایش غلظت‌های مختلف کنسانتره جوانه ماش در نمونه‌های ماست پروبیوتیک، تأثیر معنی داری بر پذیرش کلی نمونه‌ها از لحاظ رنگ، آروما، مزه و بافت ایجاد نکرد.

Brishti و همکاران در سال ۲۰۱۷، نشان دادن که پروتئین‌های ایزوله شده ماش باعث بهبود بافت و خواص حسی محصولات غذایی در طی فرایند می‌شدند که این موضوع به علت توانایی آن‌ها در جذب آب و کاهش کشش سطحی در سیستم‌های امولسیونی می‌باشد.

Priyadarshani & Muthumuniarachchi (۲۰۱۸) طی بررسی فیزیکو شیمیایی و حسی ماست همزده محتوی ماش بیان نمودند که ماست تقویت شده با ۱۰ درصد خمیر ماش مقبولیت حسی خوبی را نشان داد. در این بررسی کیفیت تغذیه ای نمونه بهبود پیدا نمود و نتایج خوبی در کیفیت ارگانولپتیگ، ظاهر، عطر و آروما، قاشق پذیری و احساس دهانی بدست آمد و نمونه ماست تقویت شده با ۱۰ درصد خمیر ماش قابلیت نگهداری مناسبی در طی ۲۸ روز و دمای ۴ درجه سلسیوس پدید آورد.

بر اساس مطالعات Delikanli and Ozcan در سال ۲۰۱۶، افزایش میزان پروتئین در نمونه‌های ماست تقویت شده بدون چربی، پذیرش کلی در ارتباط با ویژگی هایی مانند رنگ، بو، بافت و مزه به نسبت نمونه شاهد افزایش یافت.

نتیجه‌گیری

ارزیابی نتایج آزمون‌های انجام شده بر روی نمونه‌های ماست همزده محتوی پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش نشان داد که در تمام بازه‌های زمانی، با افزایش میزان پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش، pH، ماده خشک، ویسکوزیته، فعالیت آنتی اکسیدانی عناصر معدنی (پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز) نمونه‌های ماست به طور معنی‌داری افزایش و اسیدیته آن‌ها کاهش یافت

($p\leq$۰/۰۵). در تمام بازه‌های زمانی اختلاف آماری معنی‌داری در امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها مشاهده نشد ($p>$۰/۰۵). نمونه T_5 (محتوی ۳ درصد پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش) به دلیل ایجاد ویسکوزیته مناسب، فعالیت آنتی اکسیدانی و محتوی عناصر معدنی بالاتر به عنوان تیمار برتر انتخاب شد. بطورکلی افزایش میزان پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و استفاده همزمان پروتئین هیدرولیز شده جوانه ماش و کنسانتره پروتئین شیر (MPC) اثرات مطلوبی بر ویژگی‌های ماست همزده ایجاد می‌نماید.

منابع

Abd el-salam, M.H. & El-shibiny, S. (2015). Preparation, properties and uses of enzymatic milk protein hydrolysates. Food Science and Nutrition, 57(6), 1119-1132.

Alfaifi, M. & Stathopoulos, C. (2010). Effect of egg yolk substitution by sweet whey protein concentrate (WPC), on physical properties of gelato ice Cream. International Food Research Journal, 17, 787-793.

Alirezalu, K. & Azadmard Damirchi, S. (2015). Evaluation of The Nutrient Losses During the Production of Traditional Concentrated Tuluq and Torba Yoghurts. Electronic Journal of Food Processing and Preservation, 7(1), 1-14.

Alvarez, V., Wolters, C., Vodovotz, Y. & Ji, T. (2005). Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. Journal of Dairy Science, 88(3), 862-871.

Anwar, F., Latif, S., Przybylski, R., Sultana, B. & Ashraf, M. (2007). Chemical composition and antioxidant activity of seeds of different cultivars of mungbean. Journal of Food Science, 72, 503- 510.

Arroyo, C., Kennedy, T.M., Lyng, J.G. & Osullivan, M. (2017). Comparison of conventional heat treatment with selected non-thermal technologies for the inactivation of commercian protease protamex. Food and Bioproducts Processing, 105, 95-103.

Asghar Ali, M., Choudhry, A. & Tanveer, A. (2000). Response of mungbean (Vigna radiate (L.) genotypes to rhizobia culture. Pakistan Journal Agriculture Science, 37(1-2), 80 -82.

Bains, G. S. & Kiran, R. (2008). Phenological studies in summer green gram (Vigna radiate L.

Wilczek) under changed hydrothermal regimes. Legume Research, 31(2), 105-109.

Belitz, H.D., Grosch, W. & Schieberle, P. (2009). Food Chemistry 4th edition. Berlin, Springer.

Bhaskar, N., Benila, T., Radha, C. & Lalitha, R. G. (2008). Optimization of enzymatic hydrolysis of visceral waste proteins of catla (Catla catla) for preparing protein hydrolysate using a commercial protease. Bioresource Technology, 99, 335-343.

Budseekoad, S., Yupanqui, C.T., Sirinupong, N., Alashi, A.M., Aluko, R.E. & Youravong, W. (2018). Structural and functional characterization of calcium and iron-binding peptides from mungbean protein hydrolysate. Journal of Functional Food, 49, 333-341.

Cheng, J., Cui, J., Ma, Y., Yan, T., Wang, L., Li, H. & Li, X. (2016). Effects of soy-to-milk protein ratio and sucrose fatty acid ester addition on the stability of ice cream emulsions. Food Hydrocolloids, 60, 425-436.

Cheng, J., Ma, Y., Li, X., Yan, T. & Cui, J. (2015). Effects of milk protein-polysaccharide interactions on the stability of ice cream mix model systems. Food Hydrocolloids, 45, 327-336.

Clavel, D., Drame, N.K., Roy-Macauley, H., Braconnier, S. & Laffray, D. (2005). Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in four Sahelian groundnut (Arachis hypogaea L.) cultivars. Environmental and Experimental Botany, 54, (3) 219-230.

Contreras, M.D.M., Hernández-Ledesma, B., Amigo, L. P. J., Martín-Álvarez. & Recio, i (2011). Production of antioxidant hydrolysate from a whey protein concentrate with thermolysin: Optimization by response surface methodology, LWT - Food Science and Technology, 44, 9-15.

Das Graças Pereira, G., De Resende, J. V., De Abreu, L. R., De Oliveira Giarola, T. M. & Perrone, I. T. (2011). Influence of the partial substitution of skim milk powder for soy extract on ice cream structure and quality. European Food Research and Technology, 232(6), 1093-1102.

De Costa, W.A.J.M. & Shanmugathasan, K.N. (1999). Effects of irrigation at different growth stages on vegetative growth of mungbean Vigna radiata (L.) Wilczek in dry and intermediate zones of SriLanka. Journal Agronomy and Crop Science, 183(2), 137-143.

Du, M., Xie, J., Gong, B., Xu, X., Tang, W., Li, X. & Li, C. (2017). Extraction, physiochemical characteristics and functional properties of mungbean protein. Food Hydrocolloieds, 76, 131-140.

Echendu, C.A., Obizoba, I.C. & Anyika, J.U. (2009). Effects of germination on chemical composition of groundbean (Kerstingiella geocarpa harm) seeds. Pakistan Journal of Nutrition, 8(12), 1849-1854.

Fang, T., Shen, X., Hou, J. & Guo, M. (2019). Effects of polymerized whey protein prepared directly from cheese whey as fat replacer on physiochemical texture, microstructure and properties of low-fat set yogurt. Food Science and Technology, 115, 108268.

Fennema, O., Parkin, K. & Damodaran, S. (2008). Fennema Food Chemistry Forth Editin. CRC PRESS.

Guo, X., Li, T., Tang, K. & Liu, R.H. (2012). Effect of germination on phytochemical profiles and antioxcidant activity of mungbean sprouts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60, 11050-11055.

Hou, D., Yousaf, I., Xue, Y., Hu, i., Wu, J., Hu, X., Feng, N. & Shen, Q. (2019). Mungbean (vignaradiata.L): Bioactive polyphenols, polysaccharides, peptides and health benefits. Nutrient, 11, 1238.

Hoyle, N.T. & Merritt, J.H. (1994). Qulity of fish protein hydrolysates from herring (Clupea harengus). Journal of Food Science, 59(1), 76-79.

Ibrahim, O., Glibowski, P., Nour, M., El-hofi, M., El-Tanboly, E.S. & Abd-Rabou, N. (2017). Effect of rosemary transglutamine on yogurt fortified with whey protein isolate. Polish Journal of Food and Nutrition Science, 67(4), 265-274.

Khairunnisa, S., Kayaputri, I. & Utama, G. (2019). Study of The Addition Hull of Mung Bean Sprouts Extract to pH and Characteristic of Sensory Yogurt Probiotic. Journal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak, 14 (2), 99-106.

Kim, S.L., Lee, J.E., Kwon, Y.U., Kim, W.H., Jung, G.H., Kim, D.W., Lee, C.K., Lee, Y.Y., Kim, M.J., Kim, Y.H., Hwang, T.Y. & Chung, I.M. (2013). Introduction and nutritional evaluation of germinated soy germ. Food Chemistry, 136, 491-500.

Liaset, B., Nortved, R., Lied, E. & Espe, M. (2002). Studies on the nitrogen recovery in enzymic hydrolysis of atlantic salmon (Salmon salar, L.) Frames by protamex protease. Process Biochemistry, 37, 1263-1269.

Lopese, L.A.R., Martins, M.D.D., Fariase, L.M., Brito, A.K.D., Lima, G.D., Carvalh, V.B.L., Pereira, C.F.D., Junior, A.M.C., Saladanh, T., Arease, J.A.G. & Silva, K.J.D. (2018). Cholestrol-lowering and Liver–protective effects of cooked and germinated mungbean (Vignaradiata.L). Nutrients, 10, 821.

Madar, I.H., Asangani, A.H., Srinivasan, S., Tayubi, I.A. & Ogu, G.I. (2017). Nutritional and biochemical alterations in vigna radiate (mungbean) seeds by germination. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(9), 3307-3313.

Mamilla, R.K. & Mishra, V.K. (2017). Effect of germination on antioxidant and ACE inhibitory activities of legumes. Food Science and Technology, 75, 51-58.

Manzoor, S., Yusof, Y.A., Chin, N.L., Mohamed, I.S., Tawakkal, A., Fikry, M. & Chang, I.S. (2019). Quality characteristic and srnsory profile of stirred yogurt enriched with papaya peel powder. Pertanika Journal Tropical Agricultural Science, 42(2), 519-533.

Merz, M., Eisele, T., Berends, P., Appel, D., Rabe, S., Blank, I., Stressler, T. & Fischer, I. (2015). Flavourzyme an enzyme preparation with industrial relevance automated nine-step purification and partial characterization of eight enzymes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63(23), 5682-5693.

Nagaoka, S. (2019). Yogurt production. in: Lactic asid bacteria methods and protocols, Kanauchi, M. Humana Press. pp. 45-54.

Nouri, M., Ezzatpanah, H., Abbasi, S. & Behmadi, H. (2013). Investigating the stability of chemical and physical characteristics of non-fat set yoghurt containing textured milk during the storage time. JFST, 40 (10). [in persian]

Ovissipour, M., Abedian, A., Motamedzadegan, A., Rasco, B., Safari, R. & Shahiri, H. (2009). The effect of enzymatic hydrolysis time and temperature on the properties of protein hydrolysates from Persian sturgeon (Accipenser persicus) viscera. Food Chemistry, 115, 238-242.

Pérez-Balibrea, S., Moreno, D.A. & Garcia-Viguera, C. (2011). Genotyp effects on the phytochemical quality of seeds and sprouts from commercial broccoli cultivars. Food Chemistry, 125, 348-354.

Priudarshani, W.M.D. & Muthumuniarachchi, M.A.A.R. (2018). Physico chemical and sensory quality of mungbean (vigna radiate) enriched stirred yogurt. International Food Research Journal, 25(5), 2051-2055.

Rafiq, S., Huma, N., Pasha, I., Sameen, A., Mukhtar, O. & Issakhan, M. (2016). Chemical composition, nitrogen fractions and aminoacids profile of milk from different animal species. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 29(7), 1022-1028.

Safari, N., Fazel, M. & Jahadi, M. (2017). Investigation the effect of Allium Canadanse plant powder on physicochemical properties of stirred yoghurt. JFST, 66 (14). [in persian]

Sbroggio M.F., Montilha M.S., Riberio V., Figueiredoi G.D., Georgett S.R. & Kurozawa L.E. (2016). Influence of the degree of hydrolysis and type ofenzyme on antioxidant activity of okara protein hydrolysates. Food Science and Technology, 36(2), 375-381.

Sehrawat, N., Yadav, M., Kumar, S., Upadhyay, S.K., Singh, M. & Sharma, A. (2020). Review on health promoting biological activities of mungbeen: A potent functional food of medicinal importance. Plant Archives, 20, 2969-2975.

Shah, N. (2007). Functional cultures and health benefits. International Dairy Journal, (17), 1262–1277.

Sharma, O.P. &Bhat, T.K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. Food Chemistry, 113, 1202–1205.

Shaviklo, G. R., Thorkelsson, G., Sveinsdottir, K. & Rafipour, F. (2011). Chemical properties and sensory quality of ice cream fortified with fish protein. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91(7), 1199-1204.

Sikorski, Z. (2007). Chemical and Functional Properties of Food Components 3th. CRC PRESS.

Skylas, D.J., Molloy, M.P., Willows, R.D., Blanchard, C.L. & Quail, K.T. (2017). Charactrisation of protein isolates prepared from processed mungbean (vigna radiate) flours. Journal of Agricultural Science, 9(12), 1-10.

Tamine, A.Y. & Robinson, R.K. (1999). Yogurt: Science and Technology. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press

Villanueva, A., Vioque, J., Sánchez-Vioque, R., Clemente, A., Pedroche, J., Bautista, J. & Millán, F. (1999). Peptide characteristics of sunflower protein hydrolysates. Journal of the American Oil Chemists' Society, 76(12), 1455-1460.

Wangsiri, S., Ohshima, T. & Duangmal, K. (2015). Chemical composition amino acid profile and antioxidant activities of germinated mungbean (vigna radiate). Journal of Food Processing and Preservation, 39(6), 1956-1964.

Wei, Y., Cai, Z., Wu, M., Guo, Y., Tao, R., Li, R., Wang, P., Ma, A. & Zhang, H. (2019). Comparative studies on the stabilization of pea protein dispersions by using various polysaccharides. Food Hydrocolloied, 98, 105233.

Xie, J., Du, M., Shen, M., Wu, T. & Lin, L. (2019). Physico-Chemical properties antioxidant activities and angiotensin-L converting enzyme inhibitory of protein hydrolysates from mungbean. Food Chemistry, 270, 243-250.

Yi-Shen, Z., Shui, S. & Fitzgerald, R. (2018). Mungbean protein and peptides: Nutritional, Functional and Bioactive Properties. Food & Nutrition, 62, 1290.

Zhang, S., Zhang, C., Qiao, Y., Xing, L., Kang, D., Alikhan, I., Huang, M. & Zhou, G. (2017). Effect of flavourzyne on proteolysis, antioxidant activity and sensory qualities of Cantonese bacon. Food Chemistry, 237, 779-785.

The Effect of Hydrolyzed Germinated Mung Bean (*vigna radiata*) on Stirred Yoghurt

S. O. Mazlomi [a], S. Haghighat Khajavi [b]*, R. Safari [c]

[a] M.Sc. Student of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[b] Assistant Professor of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[c] Assistant professor of Educational, Caspian Sea Ecology Institute, Investigative Institute of Marine Science, Organization of Educations Research and Agricultural Education, Sari, Iran.

Received: 7 March 2022 Accepted: 6 August 2022

Abstract

Introduction: The addition of hydrolyzed germinated mung bean besides affecting the texture of dairy products such as stirred yoghurt and increasing nutritional value because of bioactive components, can be an acceptable substitute for milk proteins and leads to increase the product output. This study was conducted to investigate the effects of hydrolyzed proteins of germinated mung bean on chemical and physical specifications of stirred yoghurt.
Materials and Methods: In this study, hydrolyzed proteins of germinated mung bean (with the portion of 1,2 and 3 percent without MPC) and also 1and1.5 percent of milk protein concentration (MPC) were added. The effects on chemical and physical specifications (pH, acidity, water holding capacity, syneresis, dry matter, minerals, antioxidants activity, viscosity and texture) and sensory evaluation (color, flavor, aroma and total acceptance) were investigated. Samples were evaluated during days of storage (0, 7, 14 and 21 days) at 4℃. Statistical analysis was performed with spss software.
Results: The addition of different concentrations of hydrolyzed proteins of germinated mung bean has been prevented pH changes and acidity and decreased syneresis in stirred yoghurt.
Conclusion: The results revealed that using hydrolyzed proteins of germinated mung bean can be acceptable substitute for part of milk protein concentration (MPC) in stirred yoghurt.

***Keywords**: Enzymatic Hydrolysis, Germinated Mung Bean, Hydrolyzed Protein, Stirred Yoghurt.*

* Corresponding Author: sh.h.khajavi@gmail.com