مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

افزایش عمر نگهداری جوانه گندم به کمک صمغ‌های گوار، کربوکسی متیل سلولز و فارسی به روش درون‌پوشانی از نوع خشک کن انجمادی

یاسمین خیام باشی[۱]، محمد گلی[۱،۲]*، نفیسه زمیندار[۱]

[۱] گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

[۲] مرکز تحقیقات لیزر و بیوفوتونیک در فناوریهای زیستی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۱۰/۹

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۷/۲۷

کلمات کلیدی:

درون‌پوشانی،

جوانه گندم،

خشک‌کردن انجمادی،

شاخص‌های اکسایش

DOI: 10.22034/FSCT.20.146.28

* مسئول مکاتبات:

mgolifood@yahoo.com

چکیده

جوانه گندم، جنین دانه گندم است و حاوی مقدار زیادی توکوفرول، پروتئین و اسیدهای چرب با کیفیت بالا می‌باشد. جوانه گندم دارای فعالیت آنزیمی قابل توجهی است که ماندگاری آن را محدود می‌کند. جوانه‌های گندم به طور کلی در طول آسیاب دانه‌های گندم حذف می‌شوند تا ماندگاری آرد افزایش یابد و از ایجاد طعم نامطلوب در آرد جلوگیری شود. هدف از این مطالعه، افزایش عمر نگهداری جوانه گندم به کمک صمغ‌های گوار، کربوکسی متیل سلولز و فارسی به روش درون‌پوشانی از نوع خشک‌کن انجمادی بود. در پژوهش حاضر، از نسبت ۱ : ۰/۰۵ برای مخلوط‌های مالتودکسترین: صمغها استفاده شد و آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی روی نمونه‌ها در دوره نگهداری ۳٦۰ روزه انجام شد. داده‌های بدست آمده، در قالب طرح کاملا تصادفی تجزیه و تحلیل گردید. میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح معنی داری یک درصد مقایسه شدند. نتایج حاکی از کاهش مقادیر پراکسید در طی روزهای نگهداری در تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز بود. صمغ فارسی و مالتودکسترین نیز دارای اثر کاهشی بر مقادیر آنیزیدین و توتوکس بودند. مقادیر مخمر در تیمارهای مالتودکسترین، فارسی، کربوکسی متیل سلولز و گوار روند کاهشی و مقادیر شمارش کلی باکتری در تیمارهای صمغ فارسی، گوار، مالتودکسترین و کربوکسی متیل سلولز روندی افزایشی را نشان داد. بررسی درون‌پوشانی جوانه گندم جهت افزایش ماندگاری این محصول نشان داد که کارایی این تکنیک به نوع مواد دیواره به عنوان یک پارامتر اصلی بستگی دارد و استفاده از صمغ‌ها و مواد مختلف در ترکیب با سایر صمغ‌ها شاید بتواند در بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کپسول‌های تولید شده موثر باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

۱-مقدمه

جوانه غلات، غنی‌ترین منبع اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و مواد معدنی است و همچنین حاوی مقادیر مناسب فیبر می‌باشد. آن‌ها حاوی طیف وسیعی از ویتامین‌ها (A، B، C، D، E، K و اسید فولیک) هستند و منابع عالی آهن، پتاسیم، کلسیم، فسفر، منیزیم و روی می‌باشند[1]. جوانه گندم مغذی‌ترین بخش مغز گندم است. این محصول، ۳۸۱ در ۱۰۰ گرم کالری دارد، که ٥٤ درصد آن توسط کربوهیدرات‌ها، ۲۳ درصد توسط پروتئین‌ها و ۲۳ درصد توسط لیپیدها تامین می‌شود. همچنین حاوی مقادیر قابل توجهی از تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، فیتواسترول‌ها و پلی کوزانول‌ها می‌باشد[2]. علاوه بر این، منبع غنی از آنتی‌اکسیدان است[3]. جوانه گندم در پیشگیری از سرطان، دیابت، فشار خون بالا و بیماری آلزایمر موثر است. درصد قابل قبول اسیدهای چرب غیراشباع در روغن جوانه گندم، نقش مهمی در کاهش کلسترول خون و درمان تصلب شرایین و بیماری‌های قلبی دارد[4]. استفاده گسترده از جوانه، به دلیل ترشیدگی سریع این ماده، پس از جداسازی از هسته، محدود شده است[5] . وجود چربی‌های غیراشباع و همچنین آنزیم‌های هیدرولیتیک و اکسیداتیو باعث تخریب سریع جوانه گندم می‌شود. آنزیم‌ها، لیپوکسی-ژناز و لیپاز، مولکول‌های لیپیدی را تخریب می‌کنند و باعث ایجاد اسیدیته و ترکیبات فرار می‌شوند[6]. که محدودیت اصلی برای کاربردهای صنعتی جوانه گندم است[7]. حذف جوانه دست نخورده در فرآیند آسیاب معمولی قبل از آسیاب هسته به خصوص در مورد گندم نرم، عملاً غیرممکن است. جوانه‌های گندم به طور کلی در طول آسیاب دانه‌های گندم حذف می شود تا ماندگاری آرد افزایش یابد و از ایجاد طعم قوی از روغن‌های فاسد در آرد جلوگیری شود. بنابراین، حضور جوانه گندم در آرد بر پایداری آن تأثیر منفی می‌گذارد[8]. هدف از انجام این تحقیق بررسی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و اکسایش در جوانه گندم درون‌پوشانی شده به روش خشک کن انجمادی با صمغ‌های ترکیبی مالتودکسترین- صمغ فارسی، مالتودکسترین- صمغ گوار، مالتودکسترین- صمغ کربوکسی متیل سلولز، مالتودکسترین به تنهایی و جوانه بدون پوشش صمغی به عنوان شاهد در بازه زمانی یکساله بود.

۲- مواد و روش‌ها

مواد اولیه در تولید کپسول‌های جوانه گندم، شامل جوانه گندم از شرکت کلیل جوانه، مالتودکسترین، کربوکسی متیل سلولز و گوار از شرکت سیگمای آمریکا و صمغ فارسی از شرکت ریحان گام پارسیان خریداری شدند.

روش تهیه تیمارهای درون‌پوشانی شده

جوانه گندم در هر تیمار به ترتیب زیر درون‌پوشانی شد: ۱. توزین مواد دیواره (صمغ مالتودکسترین، گوار، فارسی و کربوکسی متیل سلولز) در نسبت‌های ذکر شده در جدول(۱)، ۲. حل کردن مواد دیواره در آب مقطر و مخلوط‌سازی کامل آن‌ها با استفاده از همزن برقی، ۳. توزین جوانه گندم و مخلوط کردن آن با مواد دیواره. ٤. تقسیم‌بندی درون پلیت-های شیشه‌ای، ٥. قراردهی در فریز با دمای ٤۰- درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت، ٦. انتقال پلیت‌ها از فریزر به خشک‌کن انجمادی. جهت نمونه شاهد، نمونه جوانه گندم بدون هیچ گونه پوشش‌دهی با ترکیب مالتودکسترین-صمغ و نمونه جوانه گندم پوشش‌دهی شده با فقط مالتودکسترین در روز اول، صدو هشتاد و سیصد و شصتم همراه با نمونه-های درون‌پوشانی شده با ترکیب صمغی(مالتودکسترین-صمغ فارسی، مالتودکسترین- صمغ گوار، مالتودکسترین-صمغ کربوکسی متیل سلولز) مورد بررسی و آزمون قرار گرفت. آزمون‌های پراکسید، آنیزیدین، توتوکس، اسیدیته، تیوباربیتوریک اسید، شمارش کپک و مخمر و شمارش کلی میکرارگانیسم‌ها به صورت دوره‌ایی طی ۳٦۰ روز نگهداری در روزهای ۰، ۱۸۰ و ۳٦۰ ام انجام شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

Table 1. Treatments and mixing ratio of the gums used for the walls of the capsules

Treatments	Maltodextrin	Persian gum	Guar gum	CMC
Wheat germ & maltodextrin-Persian gum	1	0.05	-	-
Wheat germ & maltodextrin-Guar gum	1	-	0.05	-
Wheat germ & maltodextrin-CMC	1	-	-	0.05
Wheat germ & maltodextrin(control 1)	1	-	-	-
Wheat germ(control 2)	-	-	-	-

شمارش میکروارگانیسمها

تعیین میزان کپک و مخمر و شمارش کلی میکروبها به روش (استاندارد ملی ایران شماره 10899-3) انجام شد[9].

آزمایشات انجام شده روی روغن استخراجی

جهت استخراج روغن، نمونه‌های تولید شده با استفاده از آسیاب برقی پودر شدند. هر نمونه به مقدار معین درون بشر توزین و ۶۰۰ سی‌سی پترولیوم اتر به آن اضافه گردید. درب بشرها با فویل آلومینیومی پوشانده شد. پس از ۲۴ ساعت، روغن خارج شده زا نمونه از صافی عبور داده شد و پترولیوم اتر مخلوط صاف شده با استفاده از دستگاه تبخیر کننده چرخان تحت خلاء از روغن جدا شد و روغن جهت انجام آزمون‌ها بدست آمد.

عدد پراکسید

عدد پراکسید به روش یدومتری بدست آمد. برای این کار ۲ گرم روغن استخراجی به همراه ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک – کلروفرم (۱:۱) و ۰/۵ میلی‌لیتر پتاسیم یدید اشباع درون ارلن ریخته شد و به مدت ۲ دقیقه در تاریکی قرار داده شد. سپس ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی‌لیتر چسب نشاسته اضافه گردید. مخلوط حاصل با استفاده از تیوسولفات سدیم ۰/۱ نرمال تا از بی رنگ شدن تیتر شد و حجم مصرفی تیوسولفات ثبت شد. برای نمونه شاهد تمامی مراحل بدون روغن اولیه انجام شد[10]. در این رابطه S، میزان تیوسولفات سدیم مصرفی برای تیتراسیون نمونه روغن، B، میزان تیوسولفات سدیم مصرفی برای تیتراسیون شاهد، N، نرمالیته سولفات سدیم و W مقدار وزن روغن بر حسب گرم می‌باشد.

عدد پراکسید(میلی اکی والان اکسیژن در کیلوگرم روغن) $= \frac{(S-B)\times N\times 1000}{W}$

عدد آنیزیدین

۳ گرم روغن استخراج شده را درون بالنی توزین و توسط هگزان به حجم ۲۵ سی‌سی رسانده شد و میزان جذب آن در طول موج ۳۵۰ نانومتر خوانده شد (A_b). ۵ سی‌سی از محلول A_b را برداشته و۱ سی‌سی معرف آنیزیدین (۰/۲۵ گرم پاراآنیزیدین که با اسید استیک به حجم ۱۰۰ رسانده شده است) به آن اضافه گردید. پس از ۱۰ دقیقه نگهداری در تاریکی، جذب آن در ۳۵۰ نانومتر خوانده شد (A_s)[11]. A_S میزان جذب چربی بعد از واکنش با آنیزیدین،A_b جذب محلول چربی، W وزن نمونه، V حجمی که نمونه در آن حل شد بر حسب سی‌سی و ۱/۲ ضریب تصحیح برای رقیق‌سازی محلول نمونه با یک سی‌سی واکنشگر آنیزیدین می‌باشد.

آنیزیدین $= \frac{v\times(1.2\times A_S-A_b)}{w}$

عدد توتوکس

محاسبه عدد توتوکس از مجموع دو برابر عدد پراکسید به

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

اضافه عدد آنیزیدین حاصل شد[10].

عدد اسیدی کل

۲۰ گرم روغن نمونه به همراه ۳۰ سی‌سی اتانول و ۱ سی‌سی فنل فتالئین ۰/۰۱ درون ارلنی ریخته شد و تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ ارغوانی انجام شد[12] .

$$= \text{عدد اسیدی کل (میلی گرم اولئیک اسید در کیلوگرم روغن)} \frac{\text{میلی لیتر سود } \mathbf{0.1} \text{ نرمال مصرفی} \times \mathbf{2.82}}{\text{وزن نمونه}}$$

عدد تیوباربیتوریک اسید

۰/۲ گرم از روغن استخراج شده را داخل بالن ۲۵ میلی لیتری ریخته و با بوتانول به حجم رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از آن را برداشته و به لوله آزمایشگاهی خشک انتقال داده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر محلول تیوباربیتوریک اسید به آن اضافه گردید و لوله آزمایشگاهی در حمام آبی ۹۵ درجه سانتی گراد نگهداری شد. پس از ۲ ساعت، لوله از حمام خارج و سرد شد. در آخر، میزان جذب آن در ۵۳۰ نانومتر خوانده شد. تمامی مراحل برای نمونه شاهد نیز انجام شد[13].

$$\frac{\mathbf{50} \times (\text{جذب نمونه شاهد} - \text{جذب نمونه})}{\text{وزن نمونه}} = \textbf{عدد تیوباربیتوریک اسید(میلی گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم روغن)}$$

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های بدست آمده از این پژوهش، در قالب طرح کاملا تصادفی تجزیه و تحلیل گردید. آنالیز آماری نمونه‌ها توسط اس پی اس اس نسخه ۱٦ انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مقایسه شدند و نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل رسم شد.

۳- نتایج و بحث

بررسی تاثیر تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز، صمغ گوار، صمغ فارسی، جوانه گندم، مالتودکسترین و زمان نگهداری بر اسیدیته آزاد، شاخص های پراکسید، تیوباربیتوریک اسید، آنیزیدین و توتوکس در جوانه گندم کپسوله شده

طبق آنالیز واریانس جدول ۲ اثر مستقل تیمار و اثر متقابل تیمار-زمان بر تغییرات عدد اسیدیته کل (میلی گرم/کیلوگرم) معنی‌دار ($P<0/01$) بوده است. نمودار ۱ اثر متقابل تیمار-زمان بر تغییرات عدد اسیدیته کل (میلی گرم/کیلوگرم) را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار بالاترین و پایین‌ترین مقادیر به ترتیب مربوط به تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز در زمان ۱۸۰ روز و تیمارهای صمغ گوار ۳٦۰ روز و مالتودکسترین ۱۸۰ روز می‌باشد. مقادیر صمغ کربوکسی متیل سلولز در زمان ۱۸۰ روز در مقایسه با زمان صفر و ۳٦۰ روز بصورت معنی‌داری افزایش یافته است. مقادیر صمغ گوار در زمان ۳٦۰ روز در مقایسه با روز صفر و ۱۸۰ روز بصورت معنی‌داری کاهش یافته است.

Table 2. Analysis of variance of changes in total acidity number (mg of linoleic acid/kg of oil extracted from wheat germ)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10696.800	14	764.057	2.882	.007
Intercept	741895.200	1	741895.200	2798.197	.000
Treatment-type	3158.356	4	789.589	2.978	.035
Storage-time	1701.733	2	850.867	3.209	.055

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

Treatment type-storage time	5836.711	8	729.589	2.752	.021
Error	7954.000	30	265.133		

R Squared = 0.854 (Adjusted R Squared = 0.835)

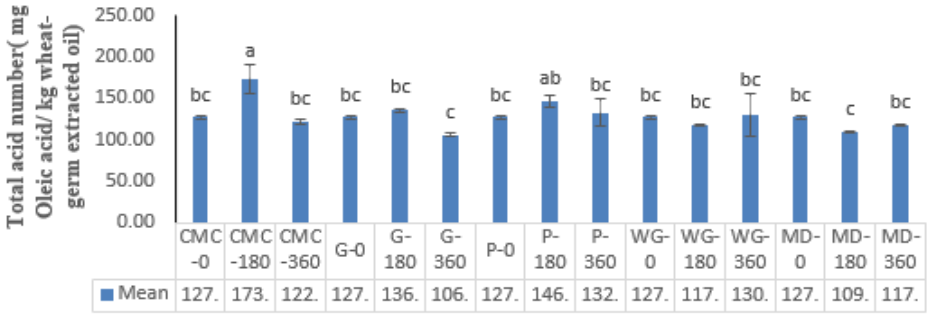

Fig. 1. Treatment type-storage time interaction effect on the total acidity number in wheat germ oil. Means ± SE (n = 3) with different letters on each column indicate significant difference ($p < 0.05$). CMC: Carboxy methyl cellulose, G: Guar gum, P: Persian gum, WG: Wheat germ, MD: Maltodextrin.

طبق آنالیز واریانس جدول ۳ اثر مستقل تیمار، زمان نگهداری و اثر متقابل تیمار–زمان بر تغییرات عدد پراکسید (میلی اکی والان/کیلوگرم) معنی دار (P<۰/۰۱) بوده است. نمودار ۲ اثر تیمار بر مقادیر پراکسید را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار تیمار صمغ گوار دارای بالاترین و تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز دارای پایین‌ترین مقادیر پراکسید می‌باشد. همچنین مقادیر آن در تیمارهای صمغ فارسی، جوانه گندم و مالتودکسترین تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. نمودار ۲ اثر متقابل تیمار–زمان بر مقادیر عدد پراکسید را نشان می‌دهد. مقادیر این شاخص به ترتیب در تیمارهای صمغ گوار، زمان ۱۸۰ روز و صمغ کربوکسی متیل سلولز، زمان ۳۶۰ روز نسبت به سایر تیمارها بصورت معنی‌داری بالاتر و پایین‌تر می‌باشد. مقادیر تیمار صمغ فارسی و صمغ کربوکسی متیل سلولز در زمان ۳۶۰ روز در مقایسه با روز صفر بصورت معنی‌داری کاهش یافته است. مقادیر این شاخص در صمغ گوار و مالتودکسترین در زمان ۱۸۰ روز در مقایسه با روز ۰ و ۳۶۰ روز بصورت معنی‌داری افزایش یافته است.

Table 3. Analysis of Variance of peroxide value (meq of oxygen/kg of oil extracted from wheat germ)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.557	14	.326	3.975	.001
Intercept	57.483	1	57.483	701.927	.000
Treatment-type	1.259	4	.315	3.844	.012
Storage-time	1.442	2	.721	8.805	.001

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

Treatment type-storage time	1.856	8	.232	2.833	.018
Error	2.457	30	.082		

R Squared = 0.850 (Adjusted R Squared = 0.786)

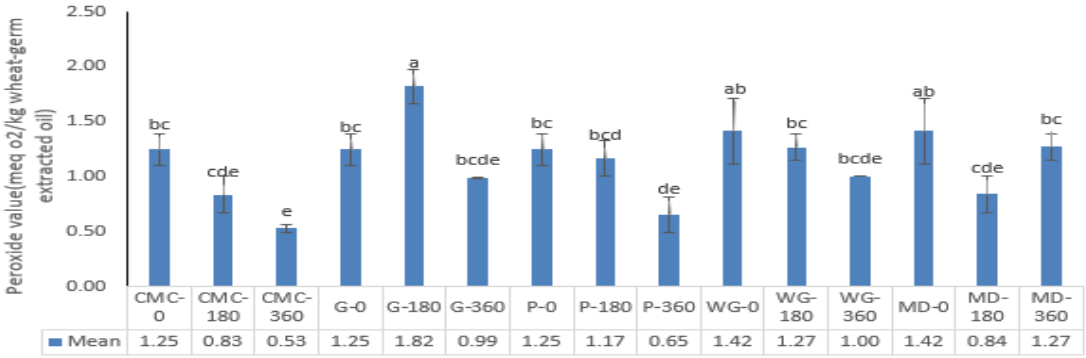

Fig. 2. Treatment type-storage time interaction effect on the peroxide value in wheat germ oil. Means ± SE (n = 3) with different letters on each column indicate significant difference ($p < 0.05$).). CMC: Carboxy methyl cellulose, G: Guar gum, P: Persian gum, WG: Wheat germ, MD: Maltodextrin.

طبق آنالیز واریانس جدول ٤ اثر مستقل زمان نگهداری و اثر متقابل تیمار-زمان بر تغییرات آنیزیدین معنی‌دار (P<۰/۰۱) بوده است. نمودار ۳ اثر متقابل تیمار-زمان بر شاخص آنیزیدین را نشان می‌دهد. صمغ گوار و صمغ کربوکسی متیل سلولز در زمان ۳٦۰ روز و همچنین صمغ فارسی و مالتودکسترین در زمان ۱۸۰ روز به ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین مقادیر آنیزیدین می‌باشند. مقادیر صمغ‌های گوار و کربوکسی متیل سلولز در زمان ۳٦۰ روز درمقایسه با زمان صفر و ۱۸۰ روز بصورت معنی‌داری افزایش یافته است. درمورد صمغ فارسی مقادیر آن در زمان ۳٦۰ روز در مقایسه با زمان صفر و ۱۸۰ روز بصورت معنی‌داری بالاتر می‌باشد. همچنین مقادیر آن در ۱۸۰ روز در مقایسه با زمان صفر و ۳٦۰ روز بصورت معنی‌داری کاهش یافته است. مقادیر این شاخص در تیمار جوانه گندم در زمان ۳٦۰ بصورت معنی‌داری در مقایسه با روز های صفر و ۱۸۰ بصورت معنی‌داری بالاتر می‌باشد. همچنین مقادیر آن در روز صفر در مقایسه با زمان های ۱۸۰ و ۳٦۰ روز بصورت معنی‌داری کاهش یافته است. مقادیر این شاخص در تیمار مالتودکسترین در زمان ۱۸۰ روز در مقایسه با روز صفر و ۳٦۰ روز بصورت معنی‌داری کاهش یافته است.

Table 4. Analysis of variance of anisidine value

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12.677	14	.906	46.575	.000
Intercept	172.990	1	172.990	8897.626	.000
Treatment-type	1.482	4	.370	19.056	.000
Storage-time	8.742	2	4.371	224.810	.000

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

Treatment type-storage time	2.454	8	.307	15.776	.000
Error	.583	30	.019		

R Squared = 0.956 (Adjusted R Squared =0.935)

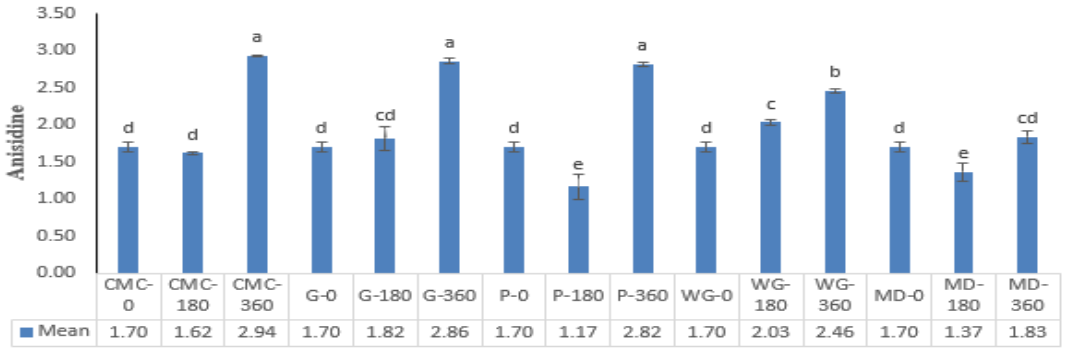

Fig. 3. Treatment type-storage time interaction effect on the anisidine value in wheat germ oil. Means ± SE (n = 3) with different letters on each column indicate significant difference ($p < 0.05$).). CMC: Carboxy methyl cellulose, G: Guar gum, P: Persian gum, WG: Wheat germ, MD: Maltodextrin.

طبق آنالیز واریانس جدول ۵ اثر مستقل تیمار، زمان نگهداری و اثر متقابل تیمار-زمان بر شاخص تیوباربیتوریک اسید (میلی گرم/کیلوگرم) معنی‌دار (P<۰/۰۱) بوده است. باتوجه به نمودار ٤ بالاترین مقادیر این شاخص در تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز و زمان ۳٦۰ روز و پایین‌ترین آن در تیمار مالتودکسترین و زمان ۱۸۰ روز مشاهده می‌شود. مقادیر این شاخص در تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز، فارسی و جوانه گندم، در زمان صفر در مقایسه با زمان ۱۸۰ و ۳٦۰ روز بصورت معنی‌داری کاهش یافته است. همچنین مقادیر شاخص فوق در تیمار مالتودکسترین در زمان ۳٦۰ روز در مقایسه با سایر تیمارها در زمان مشابه بصورت معنی‌داری کاهش یافته است.

Table 5. Analysis of variance of thiobarbituric acid value (mg of malondialdehyde/kg of oil extracted from wheat germ)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	174.745	14	12.482	45.344	.000
Intercept	11906.224	1	11906.224	43253.068	.000
Treatment-type	27.704	4	6.926	25.160	.000
Storage-time	115.192	2	57.596	209.236	.000
Treatment type-storage time	31.849	8	3.981	14.463	.000
Error	8.258	30	.275		

R Squared = 0.955 (Adjusted R Squared = 0.934)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

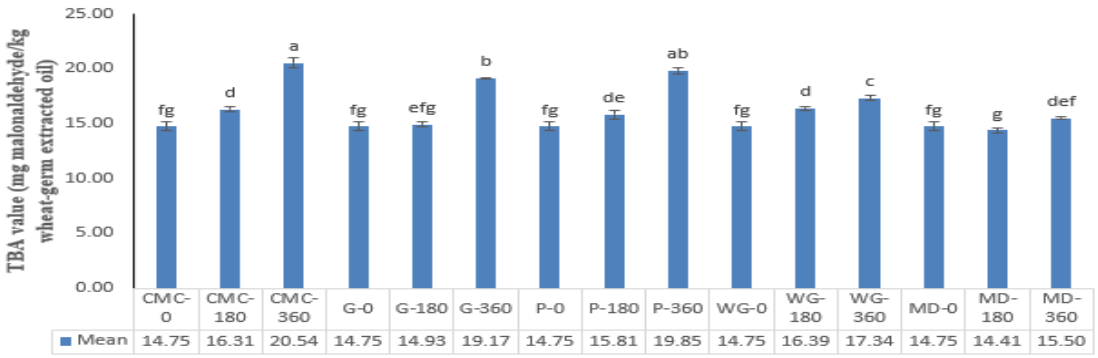

Fig. 4. Treatment type-storage time interaction effect on the thiobarbituric acid value in wheat germ oil. Means ± SE (n = 3) with different letters on each column indicate significant difference ($p < 0.05$).). CMC: Carboxy methyl cellulose, G: Guar gum, P: Persian gum, WG: Wheat germ, MD: Maltodextrin.

طبق آنالیز واریانس جدول ٦ اثر مستقل تیمار و اثر متقابل تیمار–زمان بر شاخص توتوکس معنی دار (P<۰/۰۱) بوده است. نمودار ۵ اثر متقلبل زمان نگهداری و نوع تیمار بر این شاخص را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار مقادیر این شاخص در تیمار صمغ گوار و تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز در مقایسه با سایر تیمارهای بصورت معنی‌داری بالاتر و پایین‌تر می‌باشد.

Table 6. Analysis of variance of totox value (meq of oxygen/kg of oil extracted from wheat germ)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9.707	14	.693	2.911	.007
Intercept	769.213	1	769.213	3229.637	.000
Treatment-type	4.490	4	1.123	4.713	.005
Storage-time	1.597	2	.799	3.354	.048
Treatment type-storage time	3.619	8	.452	1.900	.097
Error	7.145	30	.238		

R Squared = 0.876 (Adjusted R Squared = 0.778)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

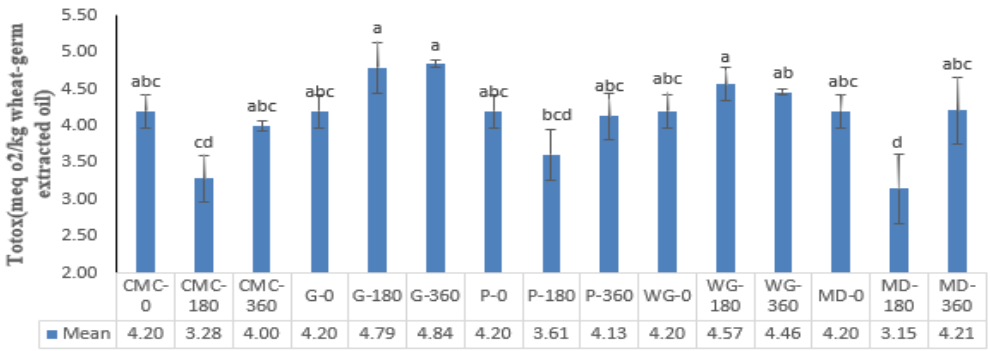

Fig. 5. Treatment type-storage time interaction effect on the changes of the totox value in wheat germ oil. Means ± SE (n = 3) with different letters on each column indicate significant difference ($p < 0.05$).). CMC: Carboxy methyl cellulose, G: Guar gum, P: Persian gum, WG: Wheat germ, MD: Maltodextrin.

هیدروپراکسیدهای ناپایدار تولید شده در مراحل اولیه اکسیداسیون لیپید متعاقباً به محصولات اکسیداسیون ثانویه، یعنی کتون ها، آلدئیدها و الکل‌ها تجزیه می‌شوند و این محصولات فرار، باعث ایجاد عطر و طعم نامطلوب در محصولات غذایی می‌شوند[14]. بنابراین اکسیداسیون لیپیدها منجر به تغییرات مهمی در ویژگی‌های حسی محصولات از جمله طعم، بو، بافت و رنگ می‌شود که به راحتی توسط مصرف‌کننده قابل تشخیص است و در نتیجه این واکنش ماندگاری محصول را به میزان قابل توجهی محدود می‌کند[۱۵]. بطورکلی اثر مستقل زمان نگهداری در زمان ۳۶۰ روز سبب افزایش شاخص‌های شاخص تیوباربیتوریک اسید و آنیزیدین و کاهش پراکسید می‌گردد. بطور کلی، صمغ کربوکسی متیل سلولز ، بصورت معنی داری سبب کاهش مقادیر توتوکس و پراکسید گردید. بالاترین مقادیر پراکسید و توتوکس نیز در صمغ گوار مشاهده می‌شود. بالاترین مقادیرآنیزیدین در تیمارهای صمغ کربوکسی متیل سلولز، گوار و فارسی در زمان ۳۶۰ روز و پایین ترین مقادیر آن در تیمار صمغ فارسی و مالتودکسترین در زمان ۱۸۰ روز مشاهده می‌شود. مقادیر آنیزیدین در تیمار صمغ فارسی و مالتودکسترین در زمان ۱۸۰ روز در مقایسه با روز صفر و زمان ۳۶۰ روز بصورت معنی داری کاهش می‌یابد. تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز در ۳۶۰ روز و مالتودکسترین در ۱۸۰ روز به ترتیب دارای بالاترین و پایین ترین مقادیر شاخص تیوباربیتوریک اسید می‌باشند. درمورد شاخص توتوکس، تیمار صمغ گوار در ۱۸۰ و ۳۶۰ روز و جوانه گندم در ۱۸۰ روز بالاترین و مالتودکسترین در ۱۸۰ روز، به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین مقادیر را نشان می‌دهند. تاثیر پوشش نانوذرات نقره-صمغ کربوکسی متیل سلولز و نقره-گوار، در میوه کینوا بر پایداری آن در طی ذخیره سازی مورد مطالعه قرار گرفت[16]. ارتباط معنی داری بین دمای ذخیره سازی و فعالیت آنتی اکسیدانی مشاهده شد. فعالیت آنتی اکسیدانی میوه های کینوا تیمار شده با نانوذرات نقره-صمغ کربوکسی متیل سلولز و نقره-گوار، در دمای ٤ درجه سانتیگراد در طول ذخیره سازی بطور قابل توجهی افزایش یافت. برعکس، فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های شاهد نگهداری شده در دماهای ٤ و ۱۰ درجه سانتیگراد، بصورت مستمری کاهش یافت. نتایج فعالیت آنتی‌اکسیدانی همچنین نشان داد که پوشش‌های نانوذرات نقره، در طی نگهداری در دمای پایین، ظرفیت ذخیره سازی اکسیژن در میوه کینوا را تحریک می‌کنند. گزارش شده است که فعالیت آنتی اکسیدانی به اسید اسکوربیک، فنل کل، آنتوسیانین ها و فلاونوئیدها بستگی دارد. بالاترین میزان عدد اسیدی کل در تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز ، در زمان ۱۸۰ روز و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار گوار و زمان ۳۶۰ روز مشاهده شد. همچنین میان تیمار صمغ فارسی و تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز ، در زمان ۱۸۰ روز و تیمار گوار در زمان ۳۶۰ روز و تیمار مالتودکسترین در زمان ۱۸۰ روز، تفاوت معنی داری از نظر شاخص عدد اسیدی کل مشاهده نمی شود. بطور کلی صمغ گوار سبب کاهش معنی‌داری در عدد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]
[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

اسیدی کل گردید. همچنین در صمغ فارسی، مالتودکسترین و جوانه گندم نیز از نظر مقادیر شاخص عدد اسیدی کل، تفاوت معنی‌داری با صمغ گوار مشاهده نشد.

شاخص پراکسید در تیمارهای صمغ گوار در ۱۸۰ روز و صمغ کربوکسی متیل سلولز در زمان ۳٦۰ روز به ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین مقادیر می‌باشد. مقادیر پراکسید در تیمارهای صمغ کربوکسی متیل سلولز و فارسی، در زمان ۳٦۰ روز در مقایسه با روز صفر بصورت معنی‌داری کاهش می‌یابد. مقادیر پراکسید در تیمار صمغ گوار در زمان ۱۸۰ روز در مقایسه با روز صفر و روز ۳٦۰ بصورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. همچنین مقادیر پراکسید در تیمار مالتودکسترین در زمان ۱۸۰ روز در مقایسه با روز صفر بصورت معنی‌داری کاهش می‌یابد. از آنجایی که جوانه گندم در پروسه آسیاب کردن گندم توسط والسهای پرس‌کننده تحت فشار فیزیکی قرار می‌گیرد، سطح تماس آن افزایش یافته و پوشش صمغی ذاتی جوانه کفایت نمی‌کند و نتیجه آن اکسیداسیون بیشتر ترکیبات مستعد به اکسایش است لذا در این تحقیق با پوشش دهی با صمغ‌های خارجی و غیر ذاتی اقدام به ممانعت از اکسایش ترکیبات فعال مستعد به اکسایش نمودیم لذا نوع فرآیند پوشش دهی و البته نوع ترکیبات دیواره ای در حفظ و ممانعت از اکسایش ترکیبات فعال در طول انبارداری بسیار تاثیرگذار هستند به طوری که نتایج ما با تحقیقات بالستروس و همکاران(۲۰۱۷) همسویی دارد. آنها دو عامل نوع فرآیند درون‌پوشانی(خشک کردن پاششی یا خشک کردن انجمادی) و هم مواد دیواره (صمغ عربی، مالتودکسترین یا ترکیبی از هر دو) را مؤثرترین عوامل برای درون‌پوشانی فنولیک‌های آنتی اکسیدانی استخراج شده از دانه‌های قهوه بیان کردند. اگرچه صمغ عربی پایداری حرارتی بالاتری از خود نشان داد، اما گزارش شد، مالتودکسترین، به ویژه با استفاده از روش خشک کردن انجمادی، با راندمان درون‌پوشانی ٦۲ درصد و ۷۳ درصد، بهترین ماده دیواره برای حفظ ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها در داخل کپسول‌ها و همچنین دارای بالاترین فعالیت آنتی اکسیدانی (۸٦ درصد عصاره اصلی) در مقایسه با سایر نمونه‌ها می‌باشد[۱۷].

بررسی تاثیر تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز، صمغ گوار، صمغ فارسی، جوانه گندم، مالتودکسترین بر شمارش کلی و مخمر جوانه‌های گندم کپسوله شده در زمان ۳٦۰ روز

با توجه به نمودار ٦ مقادیر شمارش کلی در زمان ۳٦۰ روز در تیمارهای صمغ گوار و فارسی در مقایسه با صمغ کربوکسی متیل سلولز و مالتودکسترین بصورت معنی‌داری کاهش یافته است. در صورتیکه میان مقادیر این شاخص در تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز و مالتودکسترین تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. با توجه به نمودار ۷ مقادیر مخمر در تیمار مالتودکسترین، صمغ فارسی، صمغ کربوکسی متیل سلولز و صمغ گوار در زمان ۳٦۰ روز به ترتیب، بصورت معنی‌داری کاهش یافته است. بصورتی که بالاترین مقادیر آن در صمغ مالتودکسترین و پایین‌ترین مقادیر آن در صمغ گوار مشاهده می‌شود.

بررسی تاثیر تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز، صمغ گوار، صمغ فارسی، جوانه گندم، مالتودکسترین بر شمارش کلی و مخمر جوانه‌های گندم کپسوله شده در زمان ۳٦۰ روز

با توجه به نمودار ٦ مقادیر شمارش کلی در زمان ۳٦۰ روز در تیمارهای صمغ گوار و فارسی در مقایسه با صمغ کربوکسی متیل سلولز و مالتودکسترین بصورت معنی‌داری کاهش یافته است. در صورتیکه میان مقادیر این شاخص در تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز و مالتودکسترین تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. با توجه به نمودار ۷ مقادیر مخمر در تیمار مالتودکسترین، صمغ فارسی، صمغ کربوکسی متیل سلولز و صمغ گوار در زمان ۳٦۰ روز به ترتیب، بصورت معنی‌داری کاهش یافته است. بصورتی که بالاترین مقادیر آن در صمغ مالتودکسترین و پایین‌ترین مقادیر آن در صمغ گوار مشاهده می‌شود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

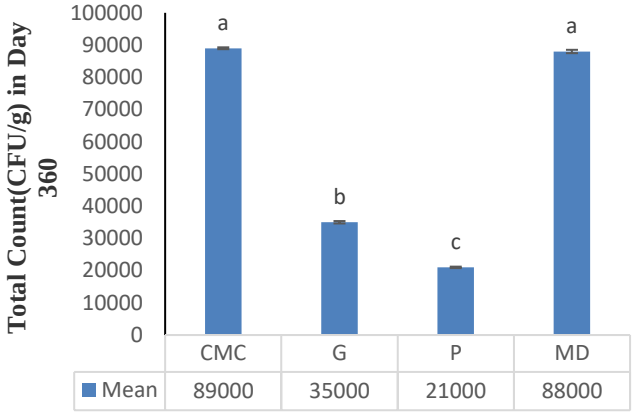

Fig. 6. Treatment type simple effect on the total count in wheat germ on the 360th day after encapsulation. Means ± SE (n = 3) with different letters on each column indicate significant difference ($p < 0.05$).). CMC: Carboxy methyl cellulose, G: Guar gum, P: Persian gum, WG: Wheat germ, MD: Maltodextrin.

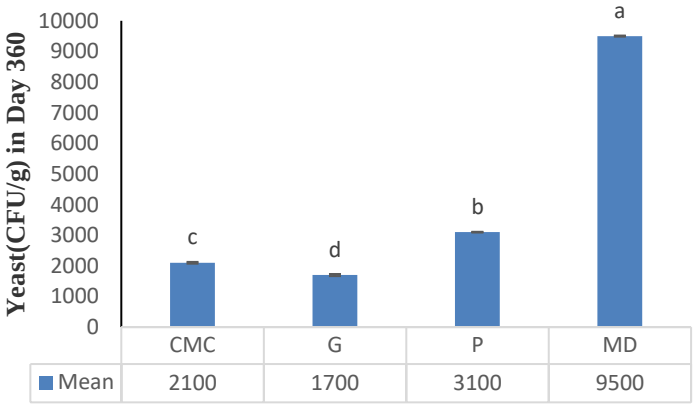

Fig. 7. Treatment type simple effect on the yeast count in wheat germ on the 360th day after encapsulation. Means ± SE (n = 3) with different letters on each column indicate significant difference ($p < 0.05$).). CMC: Carboxy methyl cellulose, G: Guar gum, P: Persian gum, WG: Wheat germ, MD: Maltodextrin.

مقادیر مخمر در تیمارهای مالتودکسترین، فارسی، کربوکسی متیل سلولز وگوار روند کاهشی و مقادیر شمارش کلی باکتری در تیمارهای صمغ فارسی، گوار، مالتودکسترین وکربوکسی متیل سلولز روندی افزایشی را نشان می‌دهد. ویژگی‌های ضد میکروبی صمغ های فارسی و کربوکسی متیل سلولز را مورد مطالعه قرار دادند[۱۸]. نتایج نشان داد که استفاده از تیمار صمغ فارسی و صمغ کربوکسی متیل سلولز، در طی ۱۲ روز نگهداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد، بطور معنی‌داری سبب افزایش مقادیر باکتری های مورد مطالعه شد. میکروکپسول‌های خشک شده روغن نعناع با استفاده از صمغ عربی به تنهایی و ترکیب آن با صمغ گوار دپلیمریزه شده به صورت آنزیمی با روش خشک‌کن پاششی تولید شد[19, 20]. میکروکپسول‌ها از نظر حفظ روغن نعناع در طول ذخیره‌سازی ۸ هفته‌ای مورد بررسی قرار گرفت. میکروکپسول‌های تولید شده با صمغ گوار دپلیمریزه شده با تشعشع به‌عنوان مواد دیواره، بهتر توانستند ترکیبات اصلی روغن نعناع مانند منتول و ایزومنتول را حفظ کنند. نتایج نشان داد که ترکیبی از صمغ گوار و صمغ عربی برای حفظ طعم بهتر از صمغ عربی به تنهایی به عنوان ماده دیواره می‌باشد. تاثیر استفاده از مالتودکسترین، بعنوان بازدارنده رشد در برابر *کاندیدا آلبیکانز* را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد استفاده از

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

مالتودکسترین سبب افزایش مقادیر *کاندیدا آلبیکانز* می‌شود. در نتیجه تاثیر آن بر مهار رشد قارچی منفی می‌باشد[21] .

٤- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، تیمار صمغ کربوکسی متیل سلولز، در طی روزهای نگهداری سبب کاهش در روند افزایش پراکسید می‌شود. همچنین صمغ گوار و مالتودکسترین سبب کاهش مقادیر عدد اسیدی کل می‌شوند. همچنین تیمار صمغ فارسی و مالتودکسترین نیز دارای اثر کاهشی بر مقادیر آنیزیدین و توتوکس می‌باشند. استفاده از مالتودکسترین سبب افزایش مقادیر قارچی و شمارش میکروبی کل می‌گردد. همچنین صمغ کربوکسی متیل سلولز، نیز دارای اثر ضد میکروبی نمی‌باشد.

٥- سپاسگزاری:

نویسندگان مقاله، از همکاران در مرکز تحقیقات لیزر و بیوفوتونیک در فناوریهای زیستی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) به دلیل همکاریهای علمی و پژوهشی در راستای محقق شدن این تحقیق کمال تشکر را دارد.

٦- تعارض منافع

نویسندگان هیچگونه تعارض منافعی برای اعلام ندارند.

۷- منابع

[1]Almansouri, M., Kinet, J.M., and Slutts, N. (2001). Effect of salt & osmotic stresses on germination in durum wheat. Plant and Soil, 231:234-245.

[2]Engelsen, M.M., and Hansen, A. (2009). Tocopherol and tocotrienol content in commercial wheat mill streams. Cereal Chemistry Journal, 86(5):499-502.

[3]Zhokhov, S.S., Broberg, A., Kenne, L., and Jastrebova, J. (2010). Content of antioxidant hydroquinones substituted by b-1,6-linked oligosaccharides in wheat milled fractions, flours and breads. Food Chemistry, 121(3):645-652.

[4]Dunford, N.T. (2009). Wheat germ oil. gourmet and health-promoting specialty oils. AOCS Press, 359-376.

[5]Li, B., Zhao, L., Chen, H., Sun, D., Deng, B., Li, J., Liu, Y., and Wang, F. (2016). Inactivation of lipase and lipoxygenase of wheat germ with temperature-controlled short wave infrared radiation and its effect on storage stability and quality of wheat germ oil. PLOS One, 11(12):e0167330.

[6]Capitani, M., Mateo, C.M., and Nolasco, S.M. (2011). Effect of temperature and storage time of wheat germ on the oil tocopherol concentration. Brazilian Journal of Chemical Engineering, 28(2):243-250.

[7]Srivastava, A.K., Sudha, M.L., Baskaran, V., and Leelavathi, K. (2006). Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough. European Food Research and Technology, 224(3):365-372.

[8]Geng, P., Harnly, J.M., and Chen, P. (2015). Differentiation of whole grain from refined wheat (T. aestivum) flour using lipid profile of wheat bran, germ, and endosperm with UHPLC-HRAM mass spectrometry. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63(27):6189-6211.

[9]Iranian National Standardization Organization, Standard No. 3-10899. (2013). Microbioligy of food and animal feeding stuffs - enumeration of Yeast and mould-Colony count techni in products with water activity Less than or equal to 0/60. First edition.

[10]Agregan, R., Munekata, P.E., Dominguez, R., Carballo, J., Franco, D., and Lorenzoa, J.M. (2017). Proximate composition, phenolic contentand in vitro antioxidant activity of aqueous extracts of the sea weeds Ascophyllum nodosum, Bifurcaria bifurcata and Fucus vesiculosus. Effect of addition of the extracts on the oxidative stability of canola oil under accelerated storage conditions. Food Research International, 99 (3):986-994.

[11]Iranian National Standardization Organization, Standard No. 4093. (2007). Measurement of anisidine number. First revision.

[12]Iranian National Standardization Organization, Standard No. 4178. (1998). Measurement of acidity in edible oils and fats. First Edition.

[13]Iranian National Standardization Organization, Standard No. 10494. (2016). Vegetable oils and fats - measurement of 2-thiobarbituric acid by direct method. First edition.

[14]Hosseini, H., Ghorbani, M., Jafari, S.M., and Mahoonak, S.A. (2019). Encapsulation of EPA and DHA concentrate from Kilka fish oil by milk proteins and evaluation of its oxidative stability.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

Journal of Food Science and Technology,56 (1):59-70.
[15]Ghorbani, M., and Hosseini, H. (2017). Determination of water activity corresponding to the proper quality of peanut kernels. Journal of Food Processing and Preservation, 41(6):e13260.
[16]Shah, S.W.A., Jahangir, M., Qaisar, M., Khan, S.A., Mahmood, T., Saeed, M., and Liaquat M. (2015). Storage stability of kinnow fruit (Citrus reticulata) as affected by CMC and guar gum-based silver nanoparticle coatings. Molecules, 20(12):22645-22661.
[17]Ballesteros, L.F., Ramirez, M.J., Orrego, C.E., Teixeira, J.A., and Mussatto, S.I. (2017). Encapsulation of antioxidant phenolic compounds extracted from spent coffee grounds by freeze-drying and spray-drying using different coating materials. Food Chemistry, 237:623-631.
[18]Maleki, M., and Mohsenzadeh, M. (2021). Carboxymethyl cellulose film optimized with Persian gum, Titanium dioxide nanoparticles, and Fennel essential oil: Investigation of chemical, antimicrobial, and sensory properties on Rainbow Trout fillet. Research Square, 1-17.
[19]Sarkar, S., and Singhal, R.S. (2011). Esterification of guar gum hydrolysate and gum Arabic with n-octenylsuccinic anhydride and oleic acid and its evaluation as wall material in microencapsulation. Carbohydrate Polymers, 86:1723-1731.
[20]Sarkar, S., Gupta, S., Variyar, P.S., Sharma, A., and Singhal, R.S. (2012). Irradiation depolymerized guar gum as partial replacement of gum Arabic for microencapsulation of mint oil. Carbohydrate Polymers, 90(4):1685-1694.
[21]Musta, R., Nurliana, L., Harbi, H., and Nurjana, S. (2021). Effects of microencapsulation on antifungal activity of bombana clove oil (*Syzigium aromaticum* L.) against Candida albicans. AIP Conference Proceedings 2360. https://doi.org/10.1063/5.0059567.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Prolonging the shelf life of wheat germ with Guar, Carboxymethyl cellulose and Persian gum by freeze-drying encapsulation method

Yasamin Khayambashi[1], Mohammad Goli[1, 2*], Nafiseh Zamindar[1]

1-Department of Food Science and Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

2-Laser and Biophotonic in Biotechnologies Research Center, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2022/12/30
Accepted: 2023/10/19

Keywords:

Encapsulation,

wheat germ,

freeze drying,

Oxidation indices

DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28

*Corresponding Author E-Mail:
mgolifood@yahoo.com

ABSTRACT

Wheat germ is the embryo of the wheat grain and is abundant in tocopherol, protein, and omega-3 fatty acids. Wheat germ has high enzyme activity, which reduces its shelf life. Wheat germs are often eliminated during the milling of wheat grains to extend the shelf life of the flour and avoid the formation of an unpleasant taste in the flour. The goal of this study was to enhance the storage life of wheat germ by freeze-drying encapsulation using guar, carboxymethyl cellulose, and Persian gums. The current study employed a 1:0.05 ratio for maltodextrin: different gums mixes, and physicochemical and microbiological tests were performed on the samples throughout a 360-day storage period. The collected data was evaluated using a completely random design. SPSS was used for statistical analysis of the samples, and averages were compared using Duncan's test at a significance level of 1%. The results showed that the amount of peroxide in CMC gum treatment decreased with time. Anisidine and totox levels were also reduced by Persian gum and maltodextrin. The amount of yeast in maltodextrin, Persian, CMC, and guar treatments decreased, whereas total bacterial count values increased in Persian gum, guar, maltodextrin, and CMC treatments. Investigating wheat germ encapsulation to extend product shelf life revealed that the efficacy of this technology is dependent on the kind of wall material as a primary parameter. The mixing of various gums and materials with other gums may be useful in increasing the physicochemical characteristics of the resulting microcapsules.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-09-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.28]