بررسی اثر عصاره هیدروالکلی چای سبز بر خواص رئولوژیکی خمیر و بیاتی نان بربری

غزاله قنبری[a]، سید مهدی سیدین اردبیلی[*b]، مرجان دیانت[c]

[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[b] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[c] استادیار گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۸/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۴/۱۷
DOI: 10.30495/JFTN.2021.19178 https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1400.19.1.7.4

چکیده

مقدمه: از آنجایی که بیاتی یکی از علل اصلی کاهش ماندگاری نان می‌باشد، در این پژوهش تأثیر استفاده از عصاره هیدروالکلی چای سبز به عنوان یک ترکیب گیاهی سودمند، بر خواص رئولوژیکی خمیر و بیاتی نان بربری مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: برای تهیه عصاره هیدروالکلی، ابتدا چای سبز، با اتانول ۳۰ ٪ عصاره گیری سپس تغلیظ شد و توسط خشک کن پاششی پودر گردید. پس از انجام آزمون‌های تعیین کیفیت بر روی آن، در مقادیر ۰، ۰/۵، ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ ٪ (بر حسب وزن آرد) در فرمولاسیون خمیر مصرفی به کار برده شد. پس از انجام آزمون‌های رئولوژیکی خمیر و تعیین کیفیت نان،جهت بررسی بیاتی، سفتی مغز نان توسط دستگاه (TPA) و خواص حرارتی نمونه‌ها توسط دستگاه (DSC) در مدت زمان یک،سه و پنج روز بعد از پخت ارزیابی گردید.

یافته‌ها: نتایج آزمون‌های رئولوژیکی خمیر نشان داد عصاره هیدروالکلی چای سبز باعث افزایش کیفیت آرد و بهبود خواص رئولوژیکی خمیر گردید و در تمام سطوح درصد رطوبت و می‌زان پلی فنل کل را در نان افزایش داد.در هر سه بازه زمانی، تیمارهای ۰/۵ و ۱/۵ ٪ از بیشترین میزان نرمی بافت نسبت به سایر تیمارها و نمونه شاهد برخوردار بودند. نتایج خواص حرارتی نشان داد تیمار ۱/۵ ٪ در کوتاه مدت (یک روز بعد از پخت) و احتمالاً بلند مدت (بیش از پنج روز بعد از پخت) رتروگراداسیون نشاسته گندم را کاهش داده است.

نتیجه‌گیری: در این پژوهش عصاره هیدروالکلی چای سبز همانند بهبود دهنده‌های اکسید کننده عمل کرده و باعث بهبود خواص رئولوژیکی خمیر گردید. همچنین تیمارهای ۰/۵ و ۱/۵ ٪ بیشترین تاثیر را بر کاهش سفتی مغز نان و به تاخیر انداختن بیاتی نان بربری داشتند.

واژه‌های کلیدی: *بربری، بیاتی، چای سبز، رئولوژی، عصاره هیدروالکلی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: Mahdi_seyedain@yahoo.com

مقدمه

از گذشته تاکنون نان‌های سنتی به عنوان غذای اصلی و پایه در اکثر سفره‌های ایرانی جای داشته و نان بربری یکی از انواع نان‌های سنتی مسطح و پرطرفدار در بین مردم می‌باشد که ماندگاری بسیار کمی داشته و زود بیات می‌گردد. محققان بسیاری، عامل کلیدی بیاتی نان را مربوط به رتروگراداسیون نشاسته دانسته‌اند (Kim & Appolonia,1997; Inagak & Seib, 1992). درطول رتروگراداسیون نشاسته دستخوش تغییر شده و از فرم ژل مانند و محلول به ساختار کریستالی و پیوسته اولیه تبدیل می‌گردد. بنابراین استفاده از هر ترکیبی که بتواند رتروگراداسیون نشاسته را کاهش دهد بیاتی نان را به تاخیر می‌اندازد.

در سال‌های اخیر محققان در پژوهش‌های متعدد برای بهبود کیفیت، افزایش ارزش تغذیه‌ای و افزایش مدت زمان ماندگاری انواع نان، از گیاهان دارویی همچون خرفه (Fathnejhad Kazemi *et al*., 2012)، بلوط (Majzoobi *et al*., 2013)، آلوئه ورا (Nasehi *et al*., 2016) و شنبلیله استفاده کرده‌اند.

یکی از گیاهان پرمصرف که از قدیم الایام تا به امروز به عنوان یک گیاه دارویی شناخته شده است، چای می‌باشد (Biruni.,1991). چای با نام علمی *Camellia Sinensis* گیاهی است بوته‌ای که در کشورهای آسیایی به وفور یافت می‌شود.از برگ‌های خشک این گیاه به اشکال گوناگون در تهیه انواع دمنوش استفاده می‌گردد (Senanayak, 2013).

چای سبز یکی از انواع چای می‌باشد که استفاده از آن در فرمولاسیون محصولات غذایی به علت داشتن خواص درمانی فراوان نظیر اثرات پیشگیری کننده از انواع سرطان و بیماری‌های کبدی، ویژگی چربی سوزی و اثرات سلامتی بخشی که بر روی پوست، مو و استخوان دارد ارزشمند می‌باشد (Jain *et al*., 2006).

خواص دارویی چای سبز مربوط به پلی فنل‌های آن که عمدتا کاتچین‌ها هستند می‌باشد (Zaveri, 2006) که در طی پروسه تولید به علت آنزیم بری برگ چای، بدون تغییر باقی می‌ماند (Rufi Gari Haghighat *et al*., 2011) کاتچین‌ها ۳۵-۲۵ درصد وزن خشک برگ‌های سبز چای را تشکیل می‌دهند. چای سبز علاوه بر پلی فنل‌ها دارای کافئین، اسیدهای آلی، اسیدهای آمینه، ترپن‌های فرار (Senanayak, 2013)، مواد معدنی (پتاسیم، نیتروژن، کلسیم، منیزیم، آهن، فسفر، روی و...)، اسیدهای نوکلئیک (Yamamoto *et al*.,1997)، ویتامین‌های گروه B (B_1,B_2, B_6) و پلی ساکارید می‌باشد.

محققان بسیاری در تحقیقات خود اثرات ترکیبات چای را بر رتروگراداسیون نشاسته مورد بررسی قرار داده‌اند.

در سال ۲۰۰۸ پژوهشی توسط Zhou و همکاران با عنوان اثر پلی‌ساکاریدهای چای بر روی ژلاتینیزاسیون و رتروگراداسیون نشاسته گندم انجام گرفت. نتایج آن‌ها نشان داد سرعت رتروگراداسیون نشاسته در مدت زمان ۲۰ روز نگهداری تحت دمای ۴ درجه سانتی گراد، در نمونه شاهد ۸ برابر بیشتر از نمونه‌های حاوی ۵ ٪ پلی‌ساکارید چای و ۲ برابر بیشتر از نمونه‌های حاوی ۵ ٪ کربوکسی متیل سلولز بود.در نتیجه پلی ساکارید چای در مقایسه با کربوکسی متیل سلولز تحت شرایط یکسان به میزان بیشتری رتروگراداسیون نشاسته گندم را کاهش داده است.

همچنین در سال ۲۰۰۹ ، Wu و همکاران نشان دادند پلی فنل‌های چای اثر بازدارندگی قابل توجهی بر روی رتروگراداسیون نشاسته برنج دارد (Wu *et al*., 2009).

Zhang و همکاران نیز در سال ۲۰۱۵ اثر مشتقات چای (پلی فنل، عصاره محلول در آب ، پلی ساکارید و پودر چای سبز) را بر رتروگراداسیون نشاسته گندم مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد با افزودن مشتقات چای در کوتاه مدت و بلند مدت رتروگراداسیون نشاسته گندم کاهش یافته است (Zhang *et al*., 2015).

بر اساس اطلاعات به دست آمده، تاکنون مطالعه‌ای در زمینه تأثیر عصاره هیدروالکلی چای سبز بر خواص رئولوژیکی خمیر و بیاتی نان بربری گزارش نشده است اما تحقیقات متعددی در زمینه اثرات افزودن انواع چای بر ویژگی‌های حسی، کیفی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نان وجود دارد (Zhu *et al*., 2016; Rahmani., 2012) لذا در پژوهش حاضر سعی گردید از عصاره هیدرو الکلی چای سبز به‌عنوان یکی از مشتقات چای سبز به علت داشتن ترکیبات موثره فراوان، در جهت بهبود خواص رئولوژیکی خمیر و به تأخیر انداختن بیاتی نان بربری استفاده گردد.

مواد و روش‌ها

- **مواد**

چای سبز تابستانه رقم هیبرید چینی از کارخانه رفاه لاهیجان خریداری و برای تهیه عصاره هیدروالکلی به آزمایشگاه برده شد. آرد مخصوص نان بربری با درجه استخراج ۸۲ ٪، رطوبت ۱۲/۰۲ ٪، خاکستر ۰/۸۵ ٪، پروتئین ۱۲/۱۰ ٪، عدد فالینگ ۳۵۰ ثانیه، گلوتن مرطوب ۲۷/۶۶ ٪، عدد زلنی ۲۶/۵ میلی لیتر، از شرکت خوشه طلایی کرج، نمک طعام محصول شرکت روحی و مخمر خشک فوری محصول شرکت فریمان مشهد از بازار محلی استان البرز خریداری گردید.

- استخراج عصاره هیدروالکلی چای سبز

استخراج عصاره هیدروالکلی چای سبز در پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی استان البرز انجام گرفت. بدین صورت که ابتدا برگ‌های سبز چای، شستشو داده شد و خشک گردید، سپس به نسبت ۱ به ۱۵ با حلال اتانول ۳۰ ٪ در مخزن دستگاه عصاره‌گیر نیمه صنعتی پژوهشکده، به مدت ۶ ساعت تحت دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، عصاره‌گیری شد. عصاره به دست آمده پس از عبور از فیلتر پرس به منظور از بین بردن حلال توسط دستگاه تغلیظ کننده تحت خلأ نیمه صنعتی به مدت ۴۰ دقیقه تحت دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد تغلیظ گردید. در نهایت به منظور افزایش مدت زمان ماندگاری توسط دستگاه خشک کن پاششی تحت دمای ورودی ۱۸۰ و دمای خروجی ۷۵ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان ۱ ساعت به پودر دانه ریز تبدیل گردید.

- آزمون‌های انجام گرفته بر روی عصاره هیدروالکلی چای سبز

آزمون‌های سنجش رطوبت، فیبر خام، کافئین، پلی فنل کل، اسید آسکوربیک و خاکستر کل (ISIRI 3276, 3394, 3393, 8986-1, 14617-2, 3273) و همچنین آزمون تعیین آمینواسیدها توسط دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)[1] Perkin Elmer Series 200 ساخت آمریکا طبق روش Levin و Grushka (۱۹۸۵) بر روی چای تهیه شده انجام گرفت.

- آزمون‌های رئولوژیکی

آزمون‌های رئولوژیکی خمیر شامل آزمون‌های فارینوگرافی و اکستنسوگرافی (ISIRI 3246-1, 3246-2) بوده که توسط دستگاه‌های فارینوگراف و اکستنسوگراف (Brabender)، ساخت آلمان انجام گرفت.

- پخت نان بربری

برای تهیه خمیر نان بربری عصاره هیدروالکلی چای سبز بر اساس وزن آرد در مقادیر ۰، ۰/۵، ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ ٪ و همچنین با ۱/۵ ٪ نمک و ۱/۵ ٪ مخمر خشک فوری (بر اساس وزن آرد) با مقدار کافی آب مخلوط گشت. پخت نان بربری به روش مرسوم در نانوایی‌های سطح شهر انجام گردید.

آزمون‌های نان

- آزمون ارزیابی درصد رطوبت مغز نان

رطوبت مغز نان طبق روش استاندارد AACC (۱۶-۴۴) به روش آون‌گذاری تعیین گردید.

- آزمون ارزیابی سفتی مغز نان

سنجش سفتی مغز نان، با استفاده از دستگاه بافت سنج (TPA)[2]، Brookfield مدل CT3-10000، ساخت کشور آمریکا و طبق روش استاندارد AACC (۷۴-۰۹) انجام گردید. نمونه‌ها در ابعاد ۲×۲×۲ سانتی متر تهیه شدند. مقدار نیروی فک،۱۰ کیلوگرم و میزان سرعت حرکت فک بالایی به سمت پایین بر روی ۲ میلی‌متر بر ثانیه تنظیم شد. نیروی ثبت شده توسط دستگاه، بر حسب نیوتن به عنوان معیار سفتی مغز نان در نظر گرفته شد.

- آزمون ارزیابی مقدار پلی فنل کل در نان

استخراج و اندازه‌گیری پلی‌فنل کل به روش Singlton و Rossi (۱۹۶۵) و با استفاده از معرف فولین سیوکالتو انجام گرفت و از حلال متانول ۸۰ ٪ برای استخراج ترکیبات فنلی استفاده گردید. پس از آماده سازی نمونه‌ها، جذب نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت و با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک غلظت پلی فنل موجود در نمونه‌ها محاسبه شد.

[1] High Performance Liquid Chromatography

[2] Texture Profile Analysis

- **آزمون ارزیابی رنگ پوسته و مغز نان**

در این پژوهش برای ارزیابی رنگ پوسته و مغز نان از دستگاه Konica Minolta مدل CR-300 ساخت کشور ژاپن استفاده گردید و شاخص‌های رنگ نقاط مختلف نمونه‌های نان مورد بررسی قرار گرفت.فاکتور L^* (میزان روشنی)، فاکتور a^* (قرمزی – سبزی)، فاکتور b^* (آبی– زردی) همچنین اختلاف رنگ کلی نان (ΔE) از معادله (۱) محاسبه گردید (Jaldani *et al*., 2017).

معادله ۱

$$\Delta e = \left[(L_{Standard} - L_{Sample})^2 + (\alpha_{Standard} - \alpha_{Sample})^2 + (b_{Standard} - b_{Sample})^2\right]^{05}$$

- **آزمون کالریمتری رویشی تفاضلی[1] (DSC)**

اندازه‌گیری‌های حرارتی توسط دستگاه (DSC)، Mettler ساخت کشور فرانسه انجام گردید.نمونه هایی با وزن تقریبی ۲۰ میلی گرم با سرعت دماییC/min^{o} ۱۰ و در گستره دمایی بین حرارت ۲۵ تا ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد اسکن گرمایی شده و منحنی های مربوطه تجزیه و تحلیل گردید (Ribotta & Le Bail., 2007).

- **ارزیابی حسی به‌روش آزمون اختصاص امتیاز[2]**

برای ارزیابی حسی نمونه‌های نان از روش آزمون اختصاص امتیاز استفاده شد. روش ارزیابی به صورت تجزیه و تحلیل مجموع امتیازات پارامترهای آروما، طعم، بافت و رنگ پوسته و مغز نان در فواصل زمانی یک،سه و پنج روز بعد از پخت بر روی نمونه‌های نان توسط ۱۰ ارزیاب آموزش ندیده انجام گرفت. دامنه تغییرات بین اعداد ۱ تا ۵ و برای کیفیت بسیار بد عدد ۱ و برای بهترین کیفیت عدد ۵ (Kemp *et al*., 2011) اختصاص یافت.

- **تجزیه و تحلیل آماری**

نتایج به دست آمده در قالب یک طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.بدین ترتیب میانگین سه تکرار با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه گردید و از نرم افزار Excel جهت رسم نمودارها استفاده شد.به استثنای آزمون رنگ سنجی[3] پوسته و مغز نان که در مدت زمان یک روز بعد ازپخت انجام گرفت،تمامی آزمون ها در مدت زمان یک،سه و پنج روز بعد از پخت،بررسی گردید.

یافته‌ها

ویژگی‌های شیمیایی عصاره هیدروالکلی تهیه شده همچنین انواع اسیدهای آمینه موجود در آن به ترتیب در جدول و شکل ۱ آورده شده است. ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر شاهد و نمونه‌های حاوی عصاره هیدروالکلی چای سبز در جداول ۲ و ۳ مشاهده می‌شود. نتایج مقایسه میانگین رطوبت، سفتی مغز نان، پلی فنل کل به ترتیب در نمودارهای ۱، ۲، ۳ و فاکتورهای رنگ سنجی پوسته و مغز نان در جداول ۴ و ۵ ارائه شده و در انتها مقایسه میانگین نتایج (DSC) و میزان مقبولیت تیمارها به ترتیب در نمودارهای ۴ و ۵ آورده شده است.

بحث

- **ارزیابی کیفی عصاره هیدروالکلی چای سبز**

در این پژوهش به علت عصاره‌گیری با حلال اتانول ۳۰ ٪ ترکیبات موجود در چای سبز تا حد زیادی استخراج گردید در نتیجه عصاره هیدروالکلی چای سبز به کار برده شده با ترکیبات موثره فراوان نظیر پلی‌فنل، کافئین، اسیدآسکوربیک (جدول ۱) و آمینواسیدهای مختلف (شکل ۱) توانست اثرات مشخصی بر نتایج آزمون‌ها بگذارد.

- **ارزیابی آزمون فارینوگرافی**

با توجه به داده‌های آزمون فارینوگرافی در جدول ۲، جذب آب آرد در سطوح بالاتر از ۰/۵ ٪ به طور معنی‌داری کاهش یافته است (P<۰/۰۵). به طوریکه مقدار جذب آب از ۶۲/۷۰ میلی‌لیتر در نمونه شاهد به ۵۹/۶۰ میلی‌لیتر در تیمار ۳/۵ ٪ رسیده است. در مورد علت کاهش جذب آب می‌توان گفت احتمالا عصاره هیدروالکلی چای سبز به علت داشتن ترکیبات آب دوست فراوانی نظیر پلی فنل ها،کافئین و آمینواسیدهای قطبی از جمله تیانین، آسپاراژین، ترئونین، آسپارتیک اسید (شکل ۱) در جذب آب با پروتئین گلوتن رقابت کرده و در نهایت منجر به سفت شدن آن می‌گردد.

[1] Differential Scanning Calorimetry [2] Scoring Test [3] Calorimetric Test

جدول ۱- ویژگی عصاره هیدروالکلی چای سبز

Table 1- Green tea hydroalcoholic extract properties

Total ash (%)	Ascorbic acid (%)	Total polyphenol (%)	Caffeine (%)	Crude fiber (%)	Moisture (%)
7.5	0.06	31.80	5.50	0.6	3.52

The results are the average of three repetitions.

نتایج میانگین سه تکرار می‌باشد.

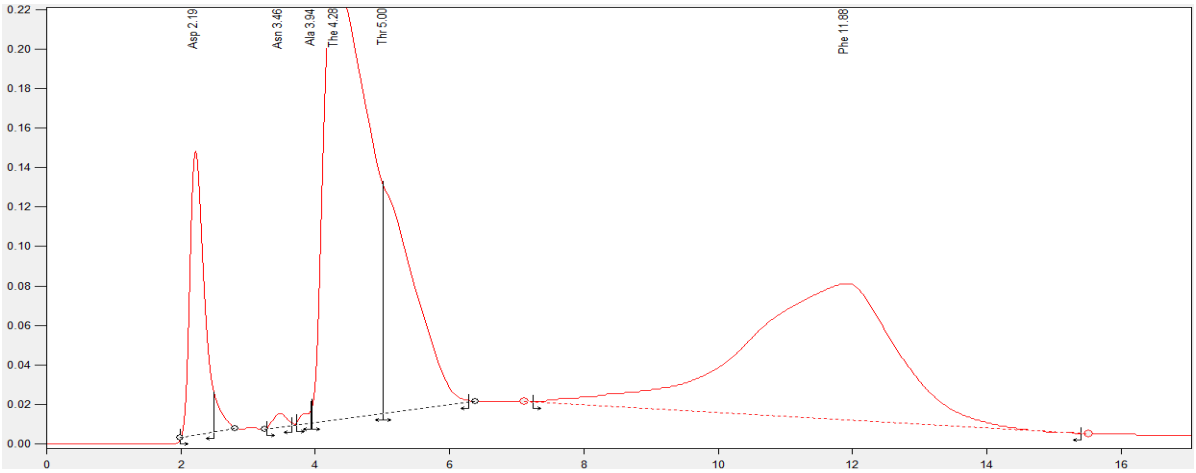

Figure 1- Green tea hydroalcoholic extract amino acids chromatogram

Peak 1: Aspartic asid, Peak 2: Asparagine, Peak 3: Alanine, Peak 4: Theanine, Peak 5: Threonine, Peak 6: Phenylalanine

شکل ۱- کروماتوگرام اسیدهای آمینه عصاره هیدروالکلی چای سبز

پیک اول: اسید آسپارتیک، پیک دوم: آسپاراژین، پیک سوم: آلانین، پیک چهارم: تیانین، پیک پنجم: ترئونین، پیک ششم: فنیل آلانین

از دیگر عوامل کاهش جذب آب آرد می‌توان به افزایش غلظت ترکیبات آب گریز موجود در عصاره هیدروالکلی چای سبز در مقادیر بالا اشاره نمود. همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد عصاره هیدروالکلی چای سبز تهیه شده دارای انواعی از آمینواسیدهای قطبی و غیرقطبی بوده است (شکل ۱)، پس می‌توان گفت احتمالا علت کاهش جذب آب آرد در سطوح بالاتر از ۰/۵ ٪ مربوط به افزایش غلظت اسیدهای آمینه غیر قطبی موجود در عصاره هیدروالکلی چای سبز نظیر فنیل آلانین و آلانین (شکل ۱) بوده همچنین ممکن است مربوط به افزایش غلظت ترکیبات آبگریز دیگر همچون مونوترپن‌های الکلی که مسئول ایجاد عطر و طعم چای سبز هستند (Kaneko *et al*., 2006) نظیر لینالول[1]، آلفا-ترپینئول[2] و ژرانیول[3] (Vaughn & Spencer, 1993; Senanayak, 2013; Pripdeevech & Machan, 2011) باشد، این اجزاء در سطوح بالا امکان واکنش بیشتر با آب را نداده در نتیجه جذب آب آرد کاهش یافته است. در مورد علت دیگر کاهش جذب آب می‌توان گفت پروتئین گلیادین یکی از اجزای سازنده پروتئین گلوتن با ویژگی‌های منحصر به فرد می‌باشد و یکی از خواص عملکردی آن جذب آب بوده و طبق نتایج محققان در pHهای پایین کارایی آن بیشتر می‌باشد (Abedi *et al*., 2014). در این پژوهش احتمالا با افزایش سطوح عصاره هیدروالکلی چای سبز pH محیط بیشتر شده و با کاهش کارایی پروتئین گلیادین جذب آب آرد کاهش یافته است.

طبق نتایج به دست آمده از منحنی‌های فارینوگراف در جدول ۲ می‌توان به افزایش پارامترهای رئولوژیکی نظیر زمان گسترش خمیر با افزایش سطوح عصاره اشاره نمود. همچنین مشاهده گردید با افزایش سطوح عصاره هیدروالکلی چای سبز، زمان پایداری خمیر نیز افزایش یافته است به طوری که زمان پایداری، از ۴/۳۷ دقیقه در نمونه شاهد به ۱۵/۱۲ دقیقه در تیمار ۳/۵ ٪ رسیده است. زمان گسترش و پایداری تیمار ۰/۵ ٪ اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت ($p<0/05$). مهم ترین علت افزایش زمان گسترش و پایداری خمیر را می‌توان احتمالا مربوط به ساختار عصاره هیدروالکلی چای سبز دانست. بدین معنی که عصاره هیدروالکلی چای سبز به علت داشتن ترکیبات

[1] Geraniol [2] α-terpineol [3] Linalool

آنتی اکسیدانی فراوان نظیر پلی‌فنل‌ها، کافئین و اسید آسکوربیک (جدول ۱) یک ماده احیاء کننده بوده اما ممکن است در حین تهیه خمیر ،به علت ورود هوا و وقوع عمل اکسیداسیون، در آن ترکیباتی به وجود آمده باشد که باعث گردیده عصاره هیدروالکلی چای سبز اثر اکسیدکنندگی یافته و شبکه گلوتنی را بهبود بخشد، در نتیجه زمان گسترش و پایداری خمیر افزایش یافته است.

این نتایج با نتایج سایر محققان که به بررسی اثر بهبود دهندگی اسیدآسکوربیک پرداختند مطابقت داشت. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد اسید آسکوربیک به علت داشتن خاصیت آنتی اکسیدانی یک ماده احیاء کننده بوده ولی به علت ورود هوا به خمیر در حین مخلوط کردن و وقوع عمل اکسیداسیون، به دهیدروآسکوربیک اسید تبدیل شده، بدین ترتیب اثر اکسیدکنندگی خود را اعمال کرده و با اکسید کردن گروه تیول (S-H) گلوتن و افزایش گروه‌های دی سولفیدی (S-S) باعث بهبود شبکه گلوتنی گردیده است (Matsumoto, 1963; Eyvazzadeh, 1994; Schuler & Kuninori 1982).

در مورد علت دیگر افزایش زمان پایداری و گسترش خمیر می‌توان گفت طبق نتایج محققان احتمالا عصاره هیدروالکلی چای سبز دارای مواد معدنی نظیر آهن، کلسیم و روی، بوده (Yamamoto *et al.*,1997) در نتیجه با افزودن آن به آرد، ممکن است این مواد با تقویت پیوندهای دی سولفیدی بین گلیادین و گلوتنین و افزایش مقدار پروتئین گلوتن باعث افزایش زمان گسترش و پایداری خمیر شده باشد (Nasehi *et al*., 2018; Berenji Ardestani *et al*., 2008).

همچنین می‌توان گفت عصاره هیدروالکلی چای سبز به کار برده شده به علت داشتن محتوای پلی‌فنلی بالا (۳۱/۸۰ ٪) دارای ساختارهای پلی هیدروکسیل فعال بوده که تمایل زیادی به برقراری پیوند هیدروژنی با آب داشته در نتیجه با افزایش قابلیت نگهداری آب زمان گسترش و پایداری خمیر را افزایش داده است.

در نهایت با قوی شدن کیفیت آرد به دلایل ذکر شده، همان طور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد درجه سست شدن خمیر بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه نسبت به نمونه شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت.این تغییرات در تیمار ۰/۵ ٪ نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار نبود ($P<0/05$).

عدد کیفی فارینوگرافی مهم‌ترین فاکتور به دست آمده از منحنی فارینوگراف بوده و در برگیرنده مجموع فاکتورهای پیشین می‌باشد و با سایر فاکتورهای به دست آمده از آزمون فارینوگراف مطابقت داشت و نشان داد با افزایش سطوح عصاره هیدروالکلی چای سبز کیفیت کلی آرد افزایش یافته است. از لحاظ آماری بین عدد کیفی فارینوگرافی تیمارهای ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ ٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید اما نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار بود ($P<0/05$).

- ارزیابی آزمون اکستنسوگرافی خمیر

آزمون اکستنسوگرافی پارامترهایی نظیر مقاومت به کشش، کشش پذیری، مقاومت نسبی و انرژی خمیر را نشان می‌دهد. ترکیبی متعادل از مقاومت خوب و کشش پذیری مطلوب مشخصات یک نمونه خمیر مناسب می‌باشد. در این پژوهش به علت اهمیت بیشتر زمان تخمیر ۱۳۵ دقیقه نسبت به سایر زمان ها، پارامترهای به دست آمده در این زمان مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۲- مقایسه میانگین نتایج آزمون فارینوگرافی

Table 2- Farinograph test results

Sample	Valorimetric value	Degree of dough softening after 20 minutes (Bu)	Degree of dough softening after 10 minutes (Bu)	Dough stability time (min)	Dough development time (min)	Water absorption (mL)
Control	41.50^{b}	150^{a}	85^{a}	4.37^{d}	2.25^{d}	62.70^{a}
0.5 %	41.50^{b}	140^{a}	72.5^{a}	5.37^{d}	2.62^{d}	62.40^{a}
1.5 %	50^{a}	100^{b}	50^{b}	8^{c}	3.37^{c}	61.30^{b}
2.5 %	65.50^{a}	95^{c}	10^{c}	12.12^{b}	7.25^{b}	60.20^{c}
3.5 %	76^{a}	85^{d}	5^{d}	15.12^{a}	10.25^{a}	59.60^{c}

Values with extremely different letters indicate a significant difference at the 5% probability level in each column.

در هر ستون مقادیر دارای حروف فوقانی متفاوت، نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ می‌باشد.

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۳ در زمان تخمیر ۱۳۵ دقیقه، الاستیسیته یا مقاومت خمیر به کشش که مربوط به پروتئین گلوتنین است با افزایش سطوح عصاره هیدروالکلی چای سبز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، مقاومت به کشش تیمارهای ۲/۵ و ۳/۵ ٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته در حالیکه نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). همان طور که در قسمت نتایج آزمون فارینوگرافی ذکر گردید عصاره هیدروالکلی چای سبز به علت داشتن ترکیبات آنتی اکسیدانی فراوان یک ماده احیاءکننده بوده ولی احتمالا در حین مخلوط کردن خمیر، به علت ورود هوا و وقوع عمل اکسیداسیون، نقش اکسیدکنندگی پیدا کرده و با اکسید کردن گروه تیول گلوتن و افزایش گروه‌های دی سولفیدی و بهبود شبکه گلوتنی، می‌توان گفت عصاره هیدروالکلی چای سبز همانند بهبود دهنده‌های اکسید کننده عمل کرده است. احتمالا به همین علت با افزودن عصاره هیدروالکلی چای سبز در تمامی سطوح مقاومت به کشش خمیر افزایش یافته است. زیرا طبق نتایج به دست آمده توسط محققان بهبود دهنده‌های اکسیدکننده با ایجاد پیوندهای دی سولفیدی بین دو گروه سولفیدریل گلوتنینی، الاستیسیته خمیر را بهبود بخشیده و مقاومت به کشش خمیر را افزایش می‌دهند (Taghian Dinani, 2009; Hruskova & Novotna, 2003; Cauvain & Young, 1998).

همچنین علت دیگر افزایش مقاومت خمیر به کشش ممکن است مربوط به سفت شدن پروتئین گلوتن باشد که در قسمت ارزیابی جذب آب آرد ذکر گردید.

لازم به ذکر است اثر عصاره هیدروالکلی چای سبز به عنوان بهبود دهنده بر خواص رئولوژیکی خمیر و مکانیسم دقیق آن به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد.

طبق داده‌های ارائه شده در جدول ۳، با افزودن بیش از ۱/۵ ٪ عصاره هیدروالکلی چای سبز به فرمولاسیون خمیر، کشش‌پذیری یا ویسکوزیته خمیر که مربوط به پروتئین گلیادین است، به طور معنی‌داری کاهش یافت درحالی که بین تیمارهای ۰/۵ و ۱/۵ ٪ با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (P<۰/۰۵). همان‌طور که در قبل ذکر شد علت آن احتمالا مربوط به افزایش اثر اکسیدکنندگی عصاره هیدروالکلی چای سبز در سطوح بالاتر از ۱/۵ ٪ می‌باشد که با کاهش گروه‌های تیول و افزایش مقاومت به کشش خمیر، کشش پذیری کاهش یافته است. در مورد علت دیگر آن می‌توان گفت ممکن است به علت سفت شدن گلوتن و افزایش مقاومت خمیر به کشش، نسبت پروتئین گلوتنین به گلیادین به هم خورده در نتیجه این امر باعث کاهش کشش پذیری خمیر گردیده باشد.همچنین کاهش معنی‌دار کشش‌پذیری در سطوح بالاتر از ۱/۵ ٪ ممکن است مربوط به افزایش قلیائیت خمیر، در سطوح بالاتر از ۱/۵ ٪ باشد که احتمالا در اثر رقیق شدن پروتئین گلیادین در این سطوح، کشش پذیری یا رفتار ویسکوز خمیر به طور معنی‌داری کاهش یافته است (P<۰/۰۵).

مقاومت نسبی از نسبت مقاومت خمیر به کشش به کشش پذیری به دست می‌آید.با توجه به نتایج مندرج در جدول ۳، با افزایش سطوح عصاره،مقاومت نسبی خمیر افزایش یافته که این نتایج با نتایج کشش پذیری و مقاومت خمیر به کشش مطابقت داشت.

نتایج اندازه‌گیری سطح زیر منحنی یا انرژی در جدول ۳ نشان داده شده است. در این پژوهش انرژی خمیر تا سطح ۲/۵ ٪ افزایش و در تیمار ۳/۵ ٪ کاهش یافت . در مورد علت آن می‌توان گفت همان‌طور که از بهبود دهنده‌ها باید به مقدار لازم استفاده گردد و در صورت مصرف بیش از حد لازم، اثر بهبود دهندگی خود را از دست داده و آثار بدی برخمیر بر جای می‌گذارد، در این پژوهش نیز با افزودن ۳/۵ ٪ عصاره هیدروالکلی چای سبز اثر بهبود دهندگی آن بر خواص رئولوژیکی خمیر کاهش یافته است. می‌توان گفت احتمالا عصاره هیدروالکلی چای سبز در سطح ۳/۵ ٪ ، تا حدودی باعث سست شدن خمیر نسبت به تیمار ۲/۵ ٪ گردیده در نتیجه انرژی مورد نیاز برای کشش خمیر کاهش یافته است. با این حال، انرژی تیمار ۳/۵ ٪ با تیمار ۱/۵ ٪ اختلاف معنی‌داری نداشت و در مقایسه با تیمار ۰/۵ ٪ و نمونه شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۵).

- ارزیابی درصد رطوبت مغز نان

همان‌طور که در نمودار ۱ نشان داده شده است تغییرات درصد رطوبت مغز نان با افزایش سطوح عصاره معنی‌دار بود. همچنین با افزایش زمان نگهداری،رطوبت مغز نان همه نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵).

تیمار ۰/۵ ٪ در هر سه روز دارای بیشترین و نمونه شاهد دارای کمترین میزان رطوبت بود. این نتایج با نتایج جذب آب فارینوگرافی آرد که نشان داد با افزودن بیش از ۰/۵ ٪ عصاره هیدروالکلی به فرمولاسیون خمیر ،جذب آب آرد به دلایل ذکر شده کاهش پیدا می‌کند مطابقت داشت. در بین تیمارهای حاوی عصاره، تیمار ۳/۵ ٪ دارای کمترین و تیمار ۰/۵ ٪ دارای بیشترین میزان رطوبت بود، ولی با این حال در هر سه بازه زمانی محتوای رطوبت مغز نان تمامی تیمارها از نمونه شاهد بیشتر بود. در مورد علت آن می‌توان گفت عصاره هیدروالکلی چای سبز به علت ماهیت آب دوست ترکیبات خود با آب پیوند هیدروژنی برقرار کرده و با پایداری آن در سیستم، باعث حفظ رطوبت در زمان پخت و نگهداری نان گردیده است که این امر در به تاخیر انداختن بیاتی نان موثر می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین نتایج آزمون اکستنسوگرافی (۹۰،۴۵ و ۱۳۵ دقیقه)

Table 3- Extensograph test result (45, 90 and 135 minutes)

Time (min)	Energy (Cm^2)	Relative resistance (B.U/mm)	Extensibility (mm)	Resistance to extension (B.U)	Green tea hydroalcohlic extract (%)
45	48^{c}	1.59^{e}	139^{a}	222^{d}	0
	68^{b}	2.00^{d}	145^{a}	291^{c}	0.5
	101^{a}	3.11^{c}	142^{a}	442^{b}	1.5
	95^{a}	4.00^{b}	125^{b}	500^{a}	2.5
	54^{c}	5.00^{a}	91^{c}	455^{b}	3.5
90	56^{c}	1.95^{c}	139^{a}	272^{e}	0
	70^{c}	2.84^{c}	130^{b}	370^{d}	0.5
	106^{ab}	5.57^{b}	121^{c}	675^{c}	1.5
	122^{a}	7.23^{a}	112^{d}	810^{a}	2.5
	93^{b}	7.70^{a}	97^{e}	747^{b}	3.5
135	48^{d}	2.18^{e}	123^{a}	269^{d}	0
	64^{c}	3.26^{d}	118^{a}	385^{c}	0.5
	105^{b}	5.63^{c}	119^{a}	670^{b}	1.5
	117^{a}	7.31^{b}	110^{b}	805^{a}	2.5
	98^{b}	8.67^{a}	94^{c}	815^{a}	3.5

Values with extremely different letters indicate a significant difference at the 5 % probability level in each column.

در هر ستون مقادیر دارای حروف فوقانی متفاوت، نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ می‌باشد.

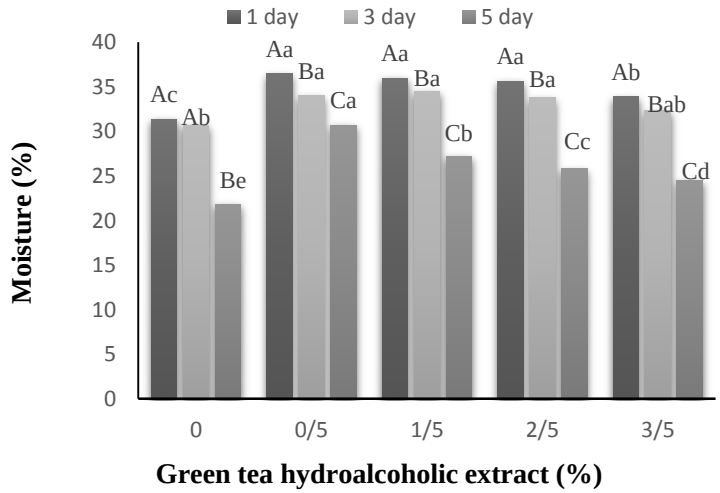

Figure 1- Moisture of Barbari bread crumb (%)

Uppercase letters indicate a significant difference during five days and lowercase letters indicate a significant difference individually in every day at the 5% probability level.

نمودار ۱- مقایسه میانگین رطوبت مغز نان بربری (٪)

حروف بزرگ نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در طول پنج روز و حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در هر روز به صورت جداگانه در سطح احتمال ۵ ٪ می‌باشد.

- **ارزیابی سفتی مغز نان**

بیات شدن نان با افزایش سفتی آن همراه است. به همین دلیل ارزیابی سفتی مغز نان در طی مدت نگهداری می‌تواند معیار خوبی برای سنجش میزان بیات شدن نان باشد. همان طور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود با گذشت مدت زمان پنج روز بعد از پخت سفتی مغز نان تمامی تیمارها از نمونه شاهد کمتر بود. همچنین با افزایش زمان نگهداری، میزان سفتی مغز نان همه تیمارها و نمونه شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی با این حال در فواصل زمانی روز سوم تا پنجم اثر معنی‌داری بر میزان سفتی مغز نان تیمار ۱/۵ ٪ نداشت. طبق نتایج به دست آمده با وجود اینکه سفتی مغز نان تیمارهای ۰/۵ و ۱/۵ ٪ اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با یکدیگر نداشت ولی در مجموع تیمار ۱/۵ ٪ در هر سه روز از بافت نرم‌تری برخوردار بود ($P<۰/۰۵$). علت کاهش سفتی مغز نان در تمامی سطوح نسبت به نمونه شاهد احتمالا مربوط به اثر بازدارندگی رادیکال هیدروکسیل‌های فعال پلی‌فنل‌های عصاره هیدروالکلی چای سبز از به هم به پیوستگی زنجیره‌های آمیلوز و به ویژه آمیلوپکتین بوده در نتیجه رتروگراداسیون نشاسته به تاخیر افتاده (Wu *et al*., 2009) نان دیرتر بیات شده و بافت نان این تیمارها از نمونه شاهد نرم تر بود. همچنین ممکن است این ساختارها با مهار لیچینگ آمیلوز و تورم آمیلوپکتین، ویسکوزیته کلی نشاسته را کاهش داده و در نهایت با کاهش رتروگراداسیون نشاسته Zhu *et al*., (Zhang *et al*., 2015; Funami *et al*., 2008 2008) سفتی مغز نان بربری را کاهش داده باشند. در مورد اثر عصاره هیدروالکلی چای سبز بر رتروگراداسیون نشاسته در قسمت ارزیابی نتایج آزمون (DSC) به طور کامل بحث گردیده است. علت دیگر نرمی بافت نان این تیمارها مربوط به ظرفیت بالای نگهداری رطوبت توسط عصاره هیدروالکلی چای سبز می‌باشد. همان طور که در قبل گفته شد عصاره هیدروالکلی چای سبز به علت داشتن ترکیبات آب دوست فراوان از مهاجرت رطوبت از مغز نان به پوسته ممانعت کرده و با حفظ و نگهداری رطوبت در مغز نان، سفتی مغز نان را در تمامی سطوح کاهش داده و باعث افزایش ماندگاری نان گردیده است. محققان وجود رطوبت بالا در محصولات نانوایی را یکی از عوامل موثر بر نرمی بافت این محصولات دانسته‌اند Akbari *et al*., 2014; (Rogers *et al*., 1988). در نتیجه در این پژوهش به علت محتوای بالای رطوبت، مغز نان تمامی تیمارها از نمونه شاهد نرم تر بود.

در مورد علت سفت شدن مغز نان در سطوح بالاتر از ۱/۵ ٪ می‌توان گفت به عقیده محققان کشش پذیری خمیر بیانگر خواص نگهداری آب و گاز در خمیر بوده و در کاهش بیاتی و تازگی نان موثر می‌باشد (Shamshirsaz *et al*., 2014; Lee *et al*., 2001) در نتیجه با کاهش معنی‌دار آن در سطوح بالاتر از ۱/۵ ٪ ، سرعت بیاتی افزایش یافته و مغز نان این تیمارها از سایر تیمارهای حاوی عصاره، سفت‌تر گردید. همچنین همان طور که در قبل اشاره شد به علت کاهش محتوای رطوبت مغز نان در سطوح بالا، مغز نان این تیمارها نسبت به تیمارهای دیگر سفت‌تر بود.

بر اساس نتایج این پژوهش، افزودن عصاره هیدروالکلی چای سبز به نان بربری، برخلاف پودر چای سبز به کار برده شده در فرمولاسیون نان قالبی آرد کامل گندم که توسط Ning و همکاران (۲۰۱۷) مورد بررسی قرار گرفت به خوبی توانست سفتی مغز نان را کاهش دهد .علت آن علاوه بر اهمیت نوع آرد، فرمولاسیون و پروسه تولید نان در مدت زمان ماندگاری، احتمالا مربوط به ترکیبات موثره بیشتر عصاره هیدروالکلی چای سبز همچون پلی فنل‌ها نسبت به پودر چای سبز می‌باشد.

- **ارزیابی مقدار پلی فنل کل در نان**

همان طور که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود با افزایش درصد عصاره هیدروالکلی چای سبز، میزان پلی فنل کل به طور معنی‌دار افزایش یافته و با گذشت زمان این میزان در همه نمونه‌های نان کاهش نشان داد. محققان علت آن را مربوط به تخریب ترکیبات فنولیک و اکسیداسیون آنزیمی این ترکیبات در حضور اکسیژن دانسته‌اند (Macheix *et al*.,1990).

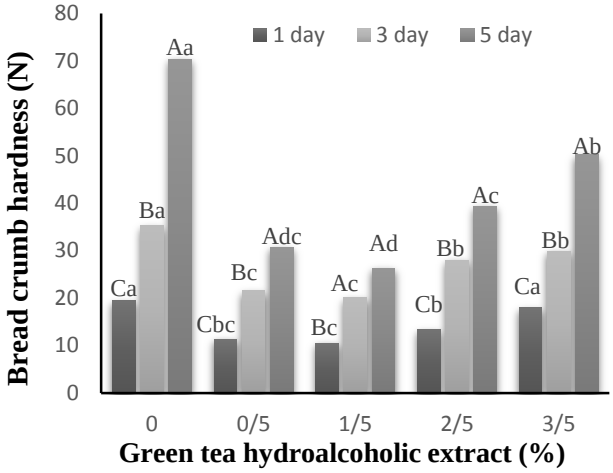

Figure 2- Barbari crumb hardness (N)
Uppercase letters indicate a significant difference during five days and lowercase letters indicate a significant difference in individually every day at the 5% probability level.

نمودار ۲- مقایسه میانگین سفتی مغز نان بربری (نیوتن)

حروف بزرگ نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در طول پنج روز و حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در هر روز به صورت جداگانه در سطح احتمال ۵ ٪ می‌باشد.

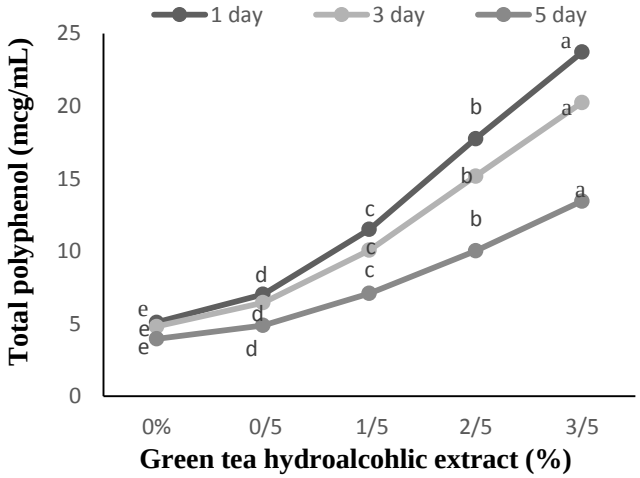

Figure 3- Total polyphenol of Barbari crumb (mcg/mL).
Uppercase letters indicate a significant difference during five days and lowercase letters indicate a significant difference individually in every day at the 5% probability level.

نمودار ۳- مقایسه میانگین پلی فنل کل مغز نان بربری (میکروگرم بر میلی لیتر)

حروف بزرگ نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در طول پنج روز و حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در هر روز به صورت جداگانه در سطح احتمال ۵ ٪ می‌باشد.

- **ارزیابی رنگ پوسته و مغز نان**

با توجه به نتایج مندرج در جدول ۴ عصاره هیدروالکلی چای سبز در تمامی سطوح باعث افزایش معنی‌دار فاکتور a^* (رنگ قهوه ای) و اختلاف رنگ کلی (ΔE)پوسته نان نسبت به نمونه شاهد گردید. همچنین فاکتور L^* (میزان روشنی) در تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت. با افزایش سطوح عصاره هیدروالکلی چای سبز ،رنگ پوسته نان تیره گشته و میزان اختلاف رنگ کلی (ΔE) در سطح ۲/۵ ٪ تقریبا ثابت ماند (P<۰/۰۵). طبق نتایج به دست آمده توسط Thilagavati

و همکاران (۲۰۱۰) که به بررسی نقش برشته کردن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کرم کاکائو پرداختند و علت افزایش رنگ را مربوط به اثر فلاوونوئیدهای موجود در دانه کاکائو بر روی واکنش مایلارد در طول برشته کردن دانه کاکائو دانستند. احتمالا علت تیره شدن رنگ پوسته نان بربری به ویژه در سطوح بالای عصاره هیدروالکلی چای سبز، مربوط به افزایش غلظت آمینواسیدها (شکل ۱) و ترکیبات فلاوونوئیدی موجود در عصاره و مشارکت بیش از حد آنها در واکنش مایلارد که نقش مهمی در تشکیل رنگ پوسته نان دارد، باشد. در این پژوهش تغییرات فاکتور b^* (میزان زردی) پوسته نان معنی‌دار نبود (p< ۰/۰۵).

از بررسی نتایج رنگ مغز نان در جدول ۵ می‌توان گفت، افزودن عصاره هیدروالکلی چای سبز به فرمولاسیون تهیه خمیر، باعث کاهش معنی‌دار فاکتور L* (میزان روشنی) و افزایش معنی‌دار اختلاف رنگ کلی (ΔE) و فاکتور*b (میزان زردی) در مغز نان، نسبت به نمونه شاهد گردید.همچنین با کاهش معنی‌دار فاکتور *a در سطوح بالا میزان سبزی نمونه‌های نان افزایش یافت. در این پژوهش عصاره هیدروالکلی چای سبز به علت داشتن رنگدانه‌های فلاوونوئیدی نظیر کوئرستین، مریستین و کامفرول باعث تغییر معنی‌دار رنگ پوسته و مغز نان نسبت به نمونه شاهد گردید (P <۰/۰۵). علت افزایش زردی و ته رنگ سبزی مغز نان در سطوح بالا نیز مربوط به رنگ زرد متمایل به سبز عصاره هیدروالکلی چای سبز بوده همچنین احتمالا به علت تشکیل کمپلکس تیره رنگ ایجاد شده توسط مواد معدنی موجود در عصاره هیدروالکلی چای سبز با آرد، رنگ مغز نان نسبت به نمونه شاهد تیره گردیده است. Ning و همکاران علت تیره شدن رنگ مغز نان را مربوط به اکسیداسیون کاتچین‌های پودر چای سبز و تبدیل آنها به ترکیبات رنگ زایی نظیر تئوفلاوین، تئوروبیگین و تئوبرومین در طول حرارت بالای پخت نان دانستند. به وجود آمدن این ترکیبات رنگ زا در اثر حرارت بالای پخت ممکن است باعث تیره شدن رنگ مغز نان بربری گردیده باشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین فاکتورهای رنگ سنجی پوسته نان بربری (یک روز بعد از پخت)

Table 4- Barbari bread crust colorimetric factors (one day after baking)

Sample	(ΔE)	b*	a*	L*
Control	0[d]	21.56 [a]	1.59[d]	67.12[a]
0.5 %	5.83[c]	22.90[a]	6.20[c]	64.33 [b]
1.5 %	17.38[b]	24.32[a]	10.53 [b]	53.39 [c]
2.5 %	22.91[a]	22.34[a]	11.69 [b]	48.70 [d]
3.5 %	23.48[a]	20.23 [a]	14.48 [a]	46.10 [e]

Values with extremely different letters indicate a significant difference at the 5% probability level in each column.

در هر ستون مقادیر دارای حروف فوقانی متفاوت، نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ می‌باشد.

جدول ٥-مقایسه میانگین فاکتورهای رنگ سنجی مغز نان بربری (یک روز بعد از پخت)

Table 5- Barbari bread crust colorimetric factors (one day after baking)

Sample	(ΔE)	b*	a*	L*
Control	0[e]	-9.74[d]	-1.53[a]	82.19[a]
0.5 %	5.69[d]	-5.66[c]	-4.77[b]	80.34 [a]
1.5 %	11.16[c]	-4.68 [c]	-4.87[b]	71.72 [b]
2.5 %	16.57 [b]	5.28[b]	-8.13[c]	70.18 [b]
3.5 %	22 [a]	11.45[a]	-8.25[c]	65.69 [c]

Values with extremely different letters indicate a significant difference at the 5% probability level in each column.

در هر ستون مقادیر دارای حروف فوقانی متفاوت، نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ می‌باشد.

- **ارزیابی آزمون کالریمتری رویشی تفاضلی(DSC)**

در طی بیاتی، ساختار نشاسته که در حین پخت و در اثر ژلاتینه شدن آمورف شده به ساختار کریستالی اولیه بر می‌گردد که به این پدیده رتروگراداسیون یا واگشتگی گویند. محققان در بررسی عوامل تاثیرگذار بر بیاتی، واگشتگی یا رتروگراداسیون را عامل کلیدی در بیاتی نان دانسته‌اند. آن‌ها آنتالپی را در آزمون (DSC) معادل میزان نشاسته واگشته شده دانسته و آن را مقدار انرژی لازم برای ذوب کریستال‌های نشاسته واگشته شده اعلام کردند (Salehifar *et al*., 2009; Giovanelli *et al*., 1997) در نتیجه با گذشت زمان و پیشرفت رتروگراداسیون، آنتالپی افزایش می‌یابد (Ravanfar *et al*., 2013).

همان طور که در نمودار ۴ مشاهده می‌شود میانگین آنتالپی رتروگراداسیون نشاسته تیمار ۱/۵ ٪ و نمونه شاهد بر حسب ژول بر گرم آورده شده است. در این پژوهش جهت تعیین خواص حرارتی،از تیماری که نسبت به سایر تیمارها نتایج بهتری داشت استفاده گردید. به علت یکسان بودن کیفیت بافت نان در سطوح ۰/۵ و ۱/۵ ٪ ، تیمار ۱/۵ ٪ که علاوه بر داشتن بافت مطلوب دارای شکل ظاهری بهتری بود به همراه نمونه شاهد مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج به دست آمده، فقط در روز اول آنتالپی تیمار ۱/۵ ٪ به طور معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد بود. در تحلیل نتایج این آزمون می‌توان فرضیه‌های متعددی بیان کرد: فرضیه اول در ارتباط با پیوند هیدروژنی رادیکال‌های هیدروکسیل پلی فنل‌های عصاره هیدرو الکلی چای سبز با نشاسته مطرح می‌گردد که این ساختارها با ممانعت از به هم پیوستگی زنجیره‌های نشاسته (آمیلوز و آمیلوپکتین) از طریق پیوند هیدروژنی، رتروگراداسیون نشاسته را به تاخیر می‌اندازد (Wu *et al*.2009) در نتیجه همان طور که در نمودار۴ مشاهده می‌گردد در روز اول آنتالپی تیمار ۱/۵ ٪ به طور معنی‌داری از نمونه شاهد کمتر بود. همچنین مشاهده می‌گردد در فاصله زمانی روز اول تا سوم بعد از پخت، آنتالپی نمونه شاهد کاهش یافته است، که این نتایج با نتایج سفتی مغز نان مطابقت نداشته و می‌توان گفت احتمالا دستگاه (DSC) نتوانسته است به خوبی در روز سوم میزان رتروگراداسیون نشاسته نمونه شاهد را ارزیابی کند. همین طور با بررسی نتایج می‌توان گفت اگرچه در روزهای سوم و پنجم آنتالپی نمونه شاهد به طور معنی‌داری از تیمار ۱/۵ ٪ کمتر بود ولی با این وجود در این فاصله زمانی آنتالپی نمونه شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافته در حالی که این پارامتر در تیمار ۱/۵ ٪ کاهش نشان داد ($p<۰/۰۵$). در مورد علت کاهش آنتالپی تیمار ۱/۵ ٪ در فواصل زمانی مذکور می‌توان فرضیه دوم را بیان کرد: طبق این فرضیه علت کاهش آنتالپی ممکن است مربوط به اثر مانع استریک[1] یا ممانعت فضایی ساختارهای موجود در عصاره هیدروالکلی چای سبز باشد. در واقع همان طور که گفته شد پلی فنل‌ها دارای ساختارهای پلی هیدروکسیل فعال هستند که این ساختارها از طریق پیوند هیدروژنی به آب متصل شده و باعث مهار لیچینگ آمیلوز و تورم آمیلوپکتین که دو عامل تاثیرگذار بر ویسکوزیته کلی نشاسته می‌باشد شده و در نهایت با کاهش ویسکوزیته کلی و رتروگراداسیون نشاسته، آنتالپی کاهش یافته است (Zhang *et al*., 2015; Funami *et al*., 2008; Zhu *et al*., 2008). این نتایج با نتایج ارزیابی سفتی مغز نان در این پژوهش که نشان داد در فاصله زمانی روز سوم تا پنجم افزایش زمان ماندگاری اثر معنی‌داری بر سفتی مغز نان تیمار ۱/۵ ٪ ندارد، مطابقت داشت.

در نهایت از مجموع فرضیه‌های اول و دوم احتمالا می‌توان به نتایجی مشابه با نتایج Zhang و همکاران (۲۰۱۵) دست یافت و بیان کرد در صورت تداوم انجام این آزمون در مدت زمان بیش از پنج روز بعد از پخت نتایج قابل استنادتری به دست می‌آمد که نشان دهد عصاره هیدروالکلی به عنوان یکی از مشتقات چای سبز می‌تواند در کوتاه مدت (یک روز بعد از پخت) و احتمالا بلند مدت (بیش از پنج روز بعد از پخت) باعث کاهش معنی‌دار رتروگراداسیون نشاسته گردیده و بیاتی نان بربری را به تاخیر اندازد. لازم به ذکر است مکانیسم اثر عصاره هیدروالکلی چای سبز بر رتروگراداسیون نشاسته گندم در نان بربری به مطالعات بیشتری در سطح مولکولی نیاز دارد.

[1] Steric Hindrance

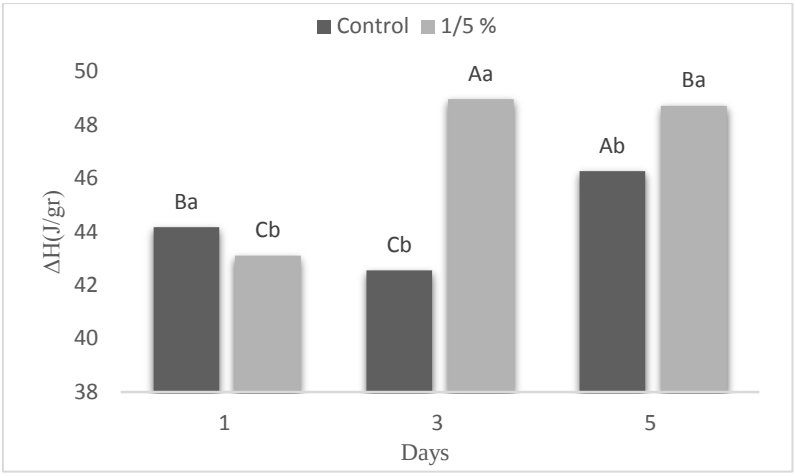

Figure 4- Anthalpy changes between green tea hydroalcoholic extract 1.5 % treatment and control sample.
Uppercase letters indicate a significant difference during five days and lowercase letters indicate a significant difference individually in every day at the 5% probability level.

نمودار ٤- مقایسه میانگین تغییرات آنتالپی (ژول بر گرم) تیمار ۱/۵ ٪ عصاره هیدروالکلی چای سبز نسبت به نمونه شاهد.
حروف بزرگ نشان دهنده اختلاف معنی دار در طول پنج روز و حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر روز به صورت جداگانه در سطح احتمال ۵ ٪ می‌باشد.

- ارزیابی حسی به روش آزمون اختصاص امتیاز

از مجموع امتیازات آروما، طعم، بافت، رنگ پوسته و مغز نان میزان مقبولیت تیمارها به روش آزمون اختصاص امتیاز ارزیابی گردید. همان طور که در نمودار ۵ نشان داده شده است در روز اول بیشترین میزان مقبولیت مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان متعلق به تیمار ۳/۵ ٪ بود. علت کاهش مقبولیت تیمارها نسبت به نمونه شاهد در روز اول مربوط به تغییر معنی‌دار رنگ پوسته و مغز نان در تمام سطوح بوده که علت این تغییرات در قسمت ارزیابی رنگ پوسته و مغز نان به طور کامل بحث گردید، همچنین علت دیگر آن، کاهش معنی‌دار امتیاز عطر و طعم در سطوح بالا (۲/۵ و ۳/۵ ٪) به علت افزایش غلظت ترکیبات تلخ مزه مانند پلی فنل‌ها و کافئین و ترکیبات مولد عطر و طعم موجود در عصاره و مشارکت بیش از حد آمینواسیدها و ترکیبات فلاوونوئیدی عصاره هیدروالکلی چای سبز در واکنش مایلارد می باشد.البته رنگ پوسته،آروما وطعم تیمار ۱/۵ ٪ به علت اثرگذاری مطلوب ترکیبات فلاوونوئیدی و آمینواسیدها (شکل ۱) در واکنش مایلارد مطلوب بوده ونسبت به سایر تیمارها مقبولیت بیشتری داشت. نتایج ارزیابی حسی بافت با نتایج به دست آمده از دستگاه بافت سنج مطابقت داشته و مشاهده گردیدکمترین میزان سفتی بافت متعلق به تیمارهای ۰/۵ و ۱/۵ ٪ و بیشترین میزان مربوط به نمونه شاهد بود.همان طور که در قبل ذکر گردید علت نرم تر بودن بافت این تیمارها نسبت به نمونه شاهد را می‌توان مربوط به اثر عصاره بر محتوای رطوبت مغز نان و رتروگراداسیون نشاسته که عامل مهم در بیات شدن نان می‌باشد دانست ولی با وجود داشتن بافت نرم‌تر در روزهای سوم و پنجم به علت تغییر معنی دار رنگ پوسته و مغز نان، میزان مقبولیت تیمارهای ۰/۵ و ۱/۵ ٪، اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت و کمترین میزان مقبولیت نیز مربوط به تیمارهای ۲/۵ و ۳/۵ ٪ بود.

نتیجه‌گیری

طبق نتایج به دست آمده مشخص گردید عصاره هیدروالکلی چای سبز به‌علت داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی فراوان نظیر پلی‌فنل‌ها، رنگدانه‌های فلاوونوئیدی،کافئین و اسید آسکوربیک از لحاظ ساختار شیمیایی یک ماده احیاءکننده بوده ولی ممکن است در حین تهیه خمیر، به علت اکسید شدن در اثر ورود هوا، در آن ترکیباتی نظیر دهیدروآسکوربیک اسید به وجود آید که با اکسید کردن گروه تیول گلوتن و افزایش گروه‌های دی سولفیدی و بهبود شبکه گلوتنی، باعث گردد عصاره همانند بهبود دهنده‌های اکسیدکننده عمل کند.اثر عصاره هیدروالکلی چای سبز به عنوان بهبود دهنده بر خواص رئولوژیکی خمیر و مکانیسم دقیق آن به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد. همچنین افزودن آن به فرمولاسیون خمیر نان بربری در

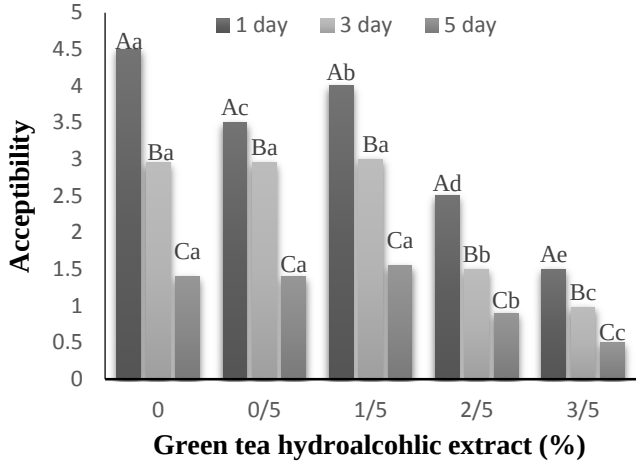

Figure 5- Acceptibility between treatments and control sample on the method of scoring test.
Uppercase letters indicate a significant difference during five days and lowercase letters indicate a significant difference individually in every day at the 5% probability level.

نمودار ۵ -مقایسه میانگین میزان مقبولیت تیمارها نسبت به نمونه شاهد به روش آزمون اختصاص امتیاز.

حروف بزرگ نشان دهنده اختلاف معنی دار در طول پنج روز و حروف کوچک نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر روز به صورت جداگانه در سطح احتمال ۵ ٪ می باشد.

تمام سطوح باعث تغییر معنی دار رنگ پوسته و مغز نان نسبت به نمونه شاهد گردید این درحالی بود که در سطوح ۰/۵ و ۱/۵ ٪ اثر منفی بر روی آروما و طعم نان نداشت.در کل می‌توان گفت عصاره هیدروالکلی به عنوان یکی از مشتقات چای سبز در فواصل زمانی یک تا پنج روز بعد از پخت، در تمامی سطوح درصد رطوبت و میزان پلی فنل کل مغز نان را افزایش داده و به میزان زیادی باعث کاهش سفتی مغز نان گردید و تیمارهای ۰/۵ و ۱/۵ ٪ بیشترین تاثیر را بر کاهش سفتی مغز نان و به تاخیر انداختن بیاتی نان بربری داشتند.همچنین نتایج خواص حرارتی نشان داد تیمار ۱/۵ ٪ در کوتاه مدت (یک روز بعد از پخت) و احتمالا بلند مدت (بیش از پنج روز بعد از پخت) باعث کاهش رتروگراداسیون نشاسته گندم در نان بربری گردیده است.

منابع

AACC. (1999). AACC Nos.74-09. Approved methods of the AACC. American Association of Cereal Chemists, ST. Paul, Minnesota, USA.

AACC. (2000). AACC Nos.44-16. Approved methods of the AACC. American Association of Cereal Chemists, ST. Paul, Minnesota, USA.

Abedi, E., Majzoobi, M. & Farahnaki, A. (2014). Effects of protein concentration and pH changes on some functional properties of gliadin. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 45(11), 151-161. [In Persian].

Akbari, N., Mohammadzadeh Milani, J. & Alaedini, B. (2014). Improvement quality of barbari bread with potato puree. *Food Research (Agricultural Science)*, 24(3), 263-373. [In Persian].

Anon (1997). Tea, measurement method of mass voltage drop of tea, 103º C, Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard No. 3276 . [In Persian].

Anon. (1997). Tea, measurement method of total ash of tea, Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard No. 3273. [In Persian].

Anon. (1998). Tea, measurement method of caffeine of tea, Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard No. 3393. [In Persian].

Anon. (2005). Green and black tea-determination of substances characteristic of green and black tea-Part 1: content of total polyphenols in tea colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent, Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard No. 8986-1. [In Persian].

Anon. (2006). Tea Determination of crude fibre content. Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard No. 3394. [In Persian].

Anon. (2007). Wheat flour-Physical Characteristics of dough Determination of water absorption and rheological properties using farinograph. Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard No. 3246-1.[In Persian].

Anon. (2007). Wheat flour –Physical Characteristics of dough Determination of rheological properties using an extensograph. Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard N0. 3246-2.[In Persian].

Anon. (2011). Fruits, vegetables and derived products-determination of ascorbic acid-part2:routine method. Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard No. 14617-2. [In Persian].

Berenji Ardestani, S., Azizi, M. H. & Sahari, M. (2008). The Effect of Fortification with Iron, Folic acid, Zinc and Calcium on Rheology and Chemical Properties of Setareh Wheat Flour. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 4(15), 33-43.[In Persian].

Biruni, A. (1991). Al-Sidna Fi Al-Tib,edithed by abbas zaryab khoei. Tehran, University Publishing Center Publications. [In Persian].

Cauvian, S. P. & Young, L. S.(1998). Technology of bread making. 1th. Blackie Academic and Professional, an imprint of Chapman and Hall, 2- 6 Boundary Row, London SEI 8HN, UK.

Eyvazzadeh, A. (1994). The effect of ascorbic acid as an improver on the quality of Barbari flour and bread.M.Sc. thesis in food technology. Faculty of Agriculture Science and Food Industry. Islamic Azad University, Science and Research Branch. [In Persian].

Fathnejhad Kazemi, R., Peighambardoust, H., Azadmard Damirchi, S., Nemati, M., Rafat, A. & Naghavi S. (2012). *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7(3), 11-18. [In Persian].

Funami, T., Nakauma, M., Noda, S., Ishihara, S., Asai, I. & Inouchi, N. (2008). Effect of some anionic polysaccharides on the gelatinization and retrogradation behaviors of wheat starch: soybean-soluble polysaccharide and gum arabic. *Food Hydrocolloids*, 22(8), 1528–1540.

Giovanelli, G., Peri, C. & Borri, V. (1997). Effects of baking temperature on crumb. Staling kinetics. *Cereal Chemistry*, 74(6), 710-714.

Hruskova, M., & Novotna, D. (2003). Effect of ascorbic acid on the rheological properties of wheat fermented dough. *Czech J. Food Science*. 21(4), 137-144.

Inagaki, T. & Seib, P. A. (1992). Firming of bread crumb with cross-linked waxy barley starch substituted for wheat starch. *Cereal Chemistry*, 69(3), 321-325.

Jain, N. K., Siddiqi, M. A. & Weisburger, J. H. (2006).Protective effects of tea on human health. CABI., 272pages.

Jaldani, Sh., Nasehi, B., Barzegar, H. & Sepahvand, N. (2017). Evaluation of colorimetric properties of crust,crumb and qualitative characteristics of bread enriched with quinoa flour. *Iranian Food Science And Technology Research Journal*. 71(14), 259-267. [In Persion].

Kaneko, S., Kumazawa, K., Masuda, H., Henze, A. & Hofmann, T. (2006). Molecular and sensory studies on the umami taste of Japanese green tea. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(7), 2688-2694.

Kemp, S. E., Hollowood, T. & Hort, J. (2011). Sensory evaluation: a practical handbook. John Wiley & Sons.

Kim, S. K. & d'Appolonia, B. L. (1977). Bread staling studies. I. Effect of protein content on staling rate and bread crumb pasting properties. *Cereal Chemistry*, 54(2), 207-215.

Kuninori, T. & Matsumoto, H. (1963). L-Ascorbic Acid oxidizing system in dough and dough improvement, *Cereal Chemistry*, 41, 647-657.

Lee, M. R, Swanson, B. G, & Baik, B. K. (2001). Influence of amylose content on properties of wheat starch and bread marking quality of starch and gluten blends, *Cereal Chemistry*, 78(6), 701-706.

Levin, S. & Grushka, E. (1985). Reversed-phase liquid chromatographic separation of amino acids with aqueous mobile phases containing copper ions and alkylsulfonates. *Analytical Chemistry*, 57(9), 1830-1835.

Macheix, J. J., Fleuriet, A. & Bilot, J. (1990). Fruit Phenolics. CRC Press, Inc., Florida, 362-396.

Majzoobi, M., Mortazavi, S. H., Asadi Yousef Abad, S. H. & Farahnaki, A. (2013). Effects of acorn flour on the properties of Barbari dough and bread. *Food Industry Research (Agricultural Knowledge)*, 23(2), 271-280. [In Persian].

Nasehi, B., Payedar, Z., Barzegar, H. & Hojati, M. (2018). Study of the effect of adding fenugreek seed flour on properties of flour, dough and barbari bread. *Iranian food sciense and technology Research Journal*, 15 (77),123-133. [In Persian].

Nasehi, B., Razavi, S. M. A. & Ghodsi, M. (2016) Investigation of the effect of aloe vera powder on the properties of Barbari bread during storage. *Iranian Food Science And Technology Research Journal*,13(51),195-203. [In Persian].

Ning, J., Hou, G. G., Sun, J., Wan, X. & Dubat, A. (2017). Effect of green tea powder on the quality attributes and antioxidant activity of whole-wheat flour pan bread. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 342-348.

Pripdeevech, P. & Machan, T. (2011). Fingerprint of volatile flavour constituents and

antioxidant activities of teas from Thailand. *Food Chemistry*, 125 (2), 797-802.

Rahmani, H. (2012). Production of bread enriched with green tea extract and its effects on bread quality. M. Sc. thesis in food technology. Faculty of Agriculture Science, University of Tabriz. [In Persian].

Ravanfar, N., Mohamadzadeh Milani, J., & Raftani Amiri, Z. (2013). Investigation of the effect of barley malt on the staleness of Barbary bread. *New Technologies in Food Industry*, 1(2), 15-22.[In Persian].

Ribotta, P. D. & Le Bail, A. (2007). Thermo-physical assessment of bread during staling. *LWT-Food Science and Technology*, 40(5), 879-884.

Rogers, D. E., Zeleznak, K. J., Lai, C. S. & Hoseney, R. C. (1988). Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. *Cereal Chemistry*, 65(5), 398-401.

Rufi Gari Haghighat, Sh., Saburi, S., Motvali Jalali, M. S. & Mohebian, S. (2011). Investigation and determination of the best method and conditions for enzyme production in green tea. *Iranian Biosystem Engineering (Iranian Agriculture Sciences)*, 41(2), 195-395. [In Persian].

Salehifar, M., Seyedain Ardebili, S. M. & Azizi, M. H. (2009). Gelatinization and staling of Iranian Lavash and Taftoon Breads.*Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology* , 4(2), 13-24. [In persian].

Schuler, P. (1982). Ascorbic Acid as a flour improver. Technical Information; Roche Co, Printed in Switzerland.12pp.

Senanayake, S. N. (2013). Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications–A review. *Journal of Functional Food*, 5(4), 1529-1541.

Shamshirsaz, M., Mirzaie, H. A., Azizi, M. H. & Alami, M. (2014). The effect of modified corn starch on reological properties of dough and quality of Barbary bread. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 11(45), 133-142. [In Persian].

Singleton, V. L. & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

Taghian Dinani, S. (2009). Improving the quality and delaying the staleness of sangak bread using some improvers. M.Sc thesis in food technology. Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology. [In Persian].

Thilagavathi, S., Deepa, M. & Nisha, S. M. (2010). Role of roasting on the sensory and phisicochemical properties of cocoa fudge. *Asian Journal of Science and Technology*, 3, 61-63.

Vaughn, S. F. & Spencer, G. F. (1993). Volatile monoterpenes as potential parent structures for new herbicides. *Weed Science*, 41(1), 114-119.

Wu, Y., Chen, Z., Li, X. & Li, M. (2009). Effect of tea polyphenols on the retrogradation of rice starch. *Food Research International*, 42(2), 221-225.

Yamamoto, T., Juneja, L. R. & Kim, M. (1997). Chemistry and applications of green tea. CRC press. Florida, USA.

Zaveri, N. T. (2006). Green tea and its polyphenolic catechins: medicinal uses In cancerand noncancer applications. *Life sciences*, 78(18), 2073-2080.

Zhang, H., Sun, B., Zhang, S., Zhu, Y. & Tian, Y. (2015). Inhibition of wheat starch retrogradation by tea derivatives. *Carbohydrate Polymers*, 134, 413-417.

Zhou, Y., Wang, D., Zhang, L., Du, X. & Zhou, X. (2008). Effect of polysaccharides on gelatiniation and retrogradation of wheat starch. *Food Hydrocolloids*, 22(4), 505-512.

Zhu, F., Cai, Y. Z., Sun, M. & Corke, H. (2008). Effect of phenolic compounds on the pasting and textural properties of wheat starch. *Starch-Starke*, 60(11), 609–616.

Zhu, F., Sakulnak, R. & Wang, S. (2016). Effect of black tea on antioxidant, textural, and sensory properties of Chinese steamed bread. *Food Chemistry*, 194, 1217-1223.

Food Technology & Nutrition / Winter 2022 / Vol. 19 / No. 1

Investigation on the Effect of Green Tea Hydroalcoholic Extract on the Dough Rheological Properties and Staling of Barbari Bread

GH. Ghanbari [a], S. M. Seyedain Ardebili [b*], M. Diyanat [c]

[a] MSc Graduated of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

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

[c] Assistant Professor of the Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 11 November 2018 Accepted: 8 July 2019

Abstract

Introduction: Staling is one of the main causes of reduced bread shelf life. In this study, the effect of using green tea hydroalcoholic extract as a beneficial herbal compound on dough rheological properties and staling of barbari bread was investigated.

Materials and Methods: In order to prepare the hydroalcoholic extract, first, green tea was extracted with 30% ethanol and then concentrated and powdered by spray dryer. The product was subjected to qualitative analysis and then was added at the 0, 0.5, 1.5, 2.5 and 3.5% concentrations (based on flour weight) in the formulation of consumable dough followed by performing the dough rheological properties and bread quality tests, staling, bread crumb hardness (by TPA device) and the samples thermal properties (by DSC device) were evaluated in one, three and five days after cooking.

Results: The results of dough rheological tests showed that the green tea hydroalcoholic extract increased flour quality and improved the dough rheological properties and also, increased the moisture and total polyphenol contents in bread, at all concentrations. In all three time periods, 0.5 and 1.5% treatments had the highest soft tissue as compared to other treatments and the control samples. The results of thermal properties indicated that 1.5% treatment reduced the starch retrogradation in the short- term (one day after baking) and possibly long-term (more than five days after baking).

Conclusion: In this study, green tea hydroalcoholic extract acts as an oxidizing improver and improved the dough rheological properties, and also, 0.5 and 1.5% treatments had the most effect on reduces the bread crumb hardness by delaying the staling of barbari bread.

***Keywords**: Barbari, Green Tea, Hydroalcoholic Extract, Rheology, Staling.*

* Corresponding Author: Mahdi_seyedain@yahoo.com

علوم غذایی و تغذیه / زمستان ۱۴۰۰ / سال نوزدهم / شماره ۱