مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و خصوصیات فیزیکوشیمیایی نان سنگک با استفاده از پودر آب پنیر و هیدروکلوئیدها ی گوار و کتیرا

نفیسه عبدالله‌زاده گنابادی [۱]، حجت کاراژیان [۱*]

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد تربت حیدریه، دانشگاه آزاد اسلامی، تربت حیدریه، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲

کلمات کلیدی:

نان سنگک،

فارینوگراف،

اکستنسوگراف،

افت وزن،

بافت،

ویژگی‌های حسی

DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114.

* مسئول مکاتبات:

Hojjat_karazhiyan@yahoo.com

چکیده

نان بخش مهمی از نیاز روزانه افراد جامعه را تأمین می‌کند و ضرورت برنامه‌ریزی پیرامون بهبود کیفیت آن احساس می‌شود. در تحقیق حاضر از پودر آب پنیر و صمغ‌های گوار و کتیرا هر کدام در سطوح ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد و به صورت ترکیبی در قالب دو تیمار ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ گوار و ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ کتیرا در فرمولاسیون نان سنگک با هدف بهبود ویژگی‌های فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان سنگک حاصله استفاده شد. نتایج نشان داد بیشترین جذب آب و زمان توسعه خمیر و کمترین افت وزن و سفتی بافت در نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ کتیرا مشاهده شد. نمونه‌های حاوی صمغ گوار و کتیرا و نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ گوار دارای بیشترین زمان ثبات خمیر بودند. صمغ کتیرا بیشترین نقش بر کاهش درجه سستی خمیر و افزایش عدد کیفیت فارینوگراف داشت. صمغ گوار بیش از سایر ترکیبات بر بهبود کشش‌پذیری خمیر مؤثر بود. تأثیر صمغ کتیرا و گوار بر مقاومت به کشش خمیر به ترتیب افزایشی و کاهشی بود. بیشترین انرژی مورد نیاز برای کشش خمیر در نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ کتیرا مشاهده شد. افزودنی‌های استفاده شده سبب بهبود امتیاز بو، رنگ و قابلیت جویدن نان سنگک شدند. در نهایت نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ کتیرا (اولویت اول) و نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ کتیرا (اولویت دوم) به عنوان نمونه‌های برتر معرفی می‌شود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

۱-مقدمه

بیاتی سبب کوتاه‌شدن زمان ماندگاری نان و سایر فراورده‌های نانوایی می‌شود. در واقع بیاتی پدیده‌ای است که طی آن ویژگی‌های ظاهری و داخلی، بو، طعم، مزه و قابلیت جویدن فراورده نانوایی تغییر می‌کند که نتیجه آن‌ها کهنه شدن و نان است. در پدیده بیات شدن انتقال مواد آروماتیک و رطوبت از بخش‌های داخلی نان به پوسته موجب از بین رفتن بو و مزه نان می‌شود [۱ و ۲]. به منظور بهبود ویژگی‌های کیفی نان، افزایش بازارپسندی و کاهش سرعت بیاتی نان (افزایش مدت زمان ماندگاری نان) راهکارهای متفاوتی توسط متخصصان صنعت غذا پیشنهاد شده است. یکی از این راهکارها استفاده از افزودنی‌ها از جمله هیدروکلوئیدهاست. صمغ کتیرا یکی از صمغ‌های بومی و پرکاربرد در صنعت غذا است. این صمغ به نام‌های مختلفی از جمله کترا، کثیرا، قتا و گام تراگاگانت نامیده می‌شود. این صمغ از مهم‌ترین تراوه‌های صمغی گیاهی محسوب شده و از یک گیاه بوته‌ای که متعلق به خانواده *Leguminosa*، زیر خانواده *Papilionidiae* و جنس *Astragalus* است، تراوش می‌شود [۳]. تراگاکانتین جزء محلول در آب صمغ کتیرا است که به علت ساختمان پلی‌ساکاریدی ویژه‌ای که دارد، به شدت هیدروفیل بوده و ایجاد محلول کلوئیدی می‌نماید. این جزء، ۳۰ درصد کتیرا را تشکیل می‌دهد. تراگاکانتیک اسید جزء نامحلول در آب است که قابلیت تورم و تشکیل ژل دارد [٤]. از صمغ کتیرا به دلیل اجزاء منحصر بفرد آن به عنوان یک ترکیب ضد بیاتی به ترتیب در نان بروتچن، تست، بدون گلوتن، تافتون، نیم‌پز حجیم و بربری استفاده شده است [۵، ٦، ۷ و ۸]. از دیگر صمغ‌های پرکاربرد در صنعت غذا بخصوص انواع نان و فراورده‌های پخت می‌توان به صمغ گوار اشاره نمود. صمغ گوار از آندوسپرم دانه گیاه گوار که در گروه حبوبات قرار دارد، پس از جدا کردن پوسته و جوانه بدست می‌آید. گوار صمغ ارزانی است که در مخلوط‌های سرد قابل حل است. حتی در غلظت‌های کم، ویسکوزیته زیادی ایجاد می‌کند. انواعی از آن حداکثر ویسکوزیته را در طی مدت زمان ۲۰-۲ ساعت ایجاد می‌کنند. Hejrani و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند صمغ گوار به عنوان یک افزودنی ضدبیاتی و بهبوددهنده کیفیت نان بربری عمل نمود [۹]. همچنین Sahraiyan و همکاران (۲۰۱۳) از صمغ گوار با هدف بهبود ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی نان و کاهنده سرعت بیاتی طی مدت زمان نگهداری استفاده نمودند. نتایج این محققان حاکی از عملکرد مثبت این صمغ بود [۱۰]. پودر آب پنیر نیز در صنعت نانوایی کاربردهای فراوان و اثبات شده‌ای دارد. آب پنیر مایعی است که محصول جانبی فرایند تولید پنیر و سایر محصولات لبنی است. جزء اصلی آب پنیر، (α-لاکتوآلبومین و β-لاکتوگلوبولین) و قند (لاکتوز) است. لاکتوز در رنگ پوسته و طعم نان اثرگذار است. به علاوه حجم و خواص حسی نان را هم بهبود می‌بخشد [۱۱]. Sahraiyan و همکاران (۲۰۲۰) و مرادخانی و همکاران (۱۳۹۵) از پودر آب پنیر با اهداف گوناگون به ترتیب در فرمولاسیون نان بدون گلوتن سورگوم، نان حاوی آرد چاودار و خمیر منجمد استفاده نمودند [۱۲و ۱۳]. نتایج این محققان دارای یک وجه اشتراک مبتنی بر بهبود بافت نان و افزایش مدت زمان ماندگاری بود. بنابراین در این تحقیق به دلیل اهمیت افزودنی ها در بهبود بافت و ویژگی‌های حسی و به تعویق انداختن فرایند بیاتی از پودر آب پنیر و صمغ‌های گوار و کتیرا در فرمولاسیون نان سنگک استفاده شد و ویژگی‌های فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر و کیفی نان سنگک بررسی شد.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مواد

آرد با درجه استخراج ۹۳ درصد از کارخانه بهنام (خراسان رضوی-تربت حیدریه)، صمغ گوار و کتیرا از شرکت ریحان گام پارسیان (گلستان-گرگان)، پودر آب پنیر از شرکت پگاه (خراسان رضوی-مشهد)، مخمر نانوایی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

ساکارومایسس سرویزیه[1] از شرکت خمیرمایه رضوی (خراسان رضوی-مشهد) و نمک طعام از کارخانه نمک سوده (خراسان رضوی-سبزوار) خریداری شد. سایر مواد شیمیایی و آزمایشگاهی از شرکت های معتبر تهیه گردید.

۲-۲-روش‌ها

۲-۲-۱-فارینوگراف

این آزمون با دستگاه فارینوگراف (برابندر، مدل 816100001 ، ساخت آلمان) جهت تعیین جذب آب، زمان گسترش خمیر، زمان پایداری، درجه نرمی خمیر و عدد کیفیت فارینوگراف بر اساس استاندارد AACC (۲۰۰۰) با شماره ۲۱-٥٤ انجام شد [١٤].

۲-۲-۲-اکستنسوگراف

این آزمون با دستگاه اکستنسوگراف(برابندر، مدل 860704 ، ساخت آلمان) جهت تعیین مقاومت به کشش، حداکثر ارتفاع، قابلیت کشش، ضریب مقاومت به قابلیت کشش و انرژی بر اساس استاندارد AACC (۲۰۰۰) با شماره ۱۰-٥٤ انجام شد [١٤].

۲-۲-۳-روش تهیه نان سنگک

تهیه نان براساس مطالعه حسینی اصفهانی و فدوی (۱۳۹۷) با اندکی تغییرات انجام شد [۸]. فرمولاسیون نان سنگک شاهد شامل ۱۰۰ درصد آرد (۱۰۰۰ گرم)، ۱ درصد نمک طعام (۱۰ گرم)، ۳ درصد مخمر (۳۰ گرم) و آب مورد نیاز (براساس درصد جذب آب فارینوگراف) بود. سایر نمونه ها مطابق با جدول ۱ حاوی سطوح متفاوت صمغ گوار و کتیرا (۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد براساس میزان درصد آرد) و پودر آب پنیر (۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد براساس میزان درصد آرد) بودند. جهت تهیه نان ابتدا آرد، مخمر، نمک و افزودنی‌ها توزین و در مخزن هم‌زن به طور یکنواخت مخلوط شدند. سپس آب مورد نیاز هر تیمار مطابق با میزان جذب آب فارینوگراف با دمای٤٠-۳۰ درجه سانتی‌گراد اضافه شد و عمل هم‌زدن با دور متوسط به مدت ۱۰ دقیقه تا اختلاط کامل مواد انجام گردید. سپس ۵ دقیقه زمان داده شد تا ذرات آرد آب را به خوبی جذب نمود. سپس به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به خمیر استراحت داده شد. سپس خمیر بر روی پاروهای چوبی مخصوص پهن شد و داخل تنور با دمای ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤ دقیقه قرار گرفت. پس از پخت، نمونه‌ها به شیوه نانوایی‌ها بر روی میخ‌های نصب شده روی دیوار، خنک و در نهایت تا انجام آزمایشات در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند.

1 -*Saccharomyces Cerevisiae*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

Table 1 Treatments

Treatments	Ingredients (%)		
	Whey powder	Guar gum	Tragacanth gum
1(Control)	–	–	–
2	0.1	–	–
3	0.3	–	–
4	0.5	–	–
5	–	0.1	–
6	–	0.3	–
7	–	0.5	–
8	–	–	0.1
9	–	–	0.3
10	–	–	0.5
11	0.25	0.25	–
12	0.25	–	0.25

۲-۲-٤-افت پخت

به منظور تعیین افت پخت، وزن چانه‌ها و نان، پس از پخت و سرد کردن به مدت ۲ ساعت، اندازه‌گیری شد و از طریق رابطه ۱، افت پخت نان محاسبه شد [۱۵].

رابطه (۱)

$$\text{افت پخت درصد} = \frac{\text{وزن نان پس از پخت} - \text{وزن چانهٔ خمیر نان}}{\text{وزن چانهٔ خمیر}} \times ۱۰۰$$

۲-۲-۵-سفتی بافت

آزمون فشردگی مطابق با روش استاندارد AACC (۲۰۰۰) با شماره ۰۹-۷٤ به وسیله دستگاه بافت‌سنج (مدل TA-XTplusC ساخت کمپانی Stable micro systems انگلستان) ۲ ساعت پس از پخت انجام شد. برای این منظور قطعات ۳×۳ سانتی‌متر از نمونه‌ها برش داده شد و توسط پروب استوانه‌ای با قطر ۲۵ میلی‌متر، با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه و پیمایش فاصله ۵ میلی‌متر مورد آزمون قرار گرفت. در نهایت میزان سفتی نان برحسب گرم نیرو گزارش گردید [۱٤].

۲-۲-٦-ویژگی‌های حسی

در این پژوهش برای ارزیابی حسی از سیستم امتیازدهی هدونیک پنج نقطه‌ای (۱: بسیار بد و ۵: بسیار خوب) استفاده شد. بدین منظور فرم‌های ارزیابی حسی در اختیار ۹ نفر از دانشجویان صنایع غذایی قرار گرفت. داوران چشایی در شرایط مناسب و به صورت تصادفی نمونه‌ها را ارزیابی کردند و بین هر نمونه فاصله زمانی و نوشیدن آب رعایت شد. لازم به ذکر است نمونه‌های نان به لحاظ پارامترهای حسی از جمله بو، طعم و مزه، رنگ و قابلیت جویدن مقایسه و ارزیابی شدند [۱٦].

۳-نتایج و بحث

۱-۳-ویژگی‌های فارینوگراف خمیر

در جدول ۲ میزان جذب آب، زمان توسعه، درجه نرمی خمیر و عدد کیفیت فارینوگراف نمونه‌های تولیدی حاوی سطوح متفاوت پودر آب پنیر و صمغ‌های گوار و کتیرا ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد تمام نمونه‌های تولیدی بجز نمونه حاوی ۰/۱ درصد پودر آب پنیر از میزان جذب آب بیشتری در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه فاقد پودر آب پنیر و صمغ‌های گوار و کتیرا) برخوردار بودند. حضور صمغ‌های کتیرا در تمامی سطوح مصرف و صمغ گوار در سطوح ۰/۳ و ۰/۵ درصد در افزایش زمان توسعه خمیر در مقایسه با نمونه شاهد مؤثر بودند. این در حالی است که پودر آب پنیر در حضور ۰/۲۵ درصد صمغ گوار یا کتیرا در افزایش زمان توسعه خمیر نقش داشت. حضور پودر آب پنیر و صمغ‌های گوار و کتیرا منجر به کاهش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

درجه نرمی خمیر نمونه‌های تولیدی در مقایسه با نمونه شاهد شدند. پودر آب پنیر هیچگونه عملکرد مثبتی بر بهبود عدد کیفیت فارینوگراف خمیر نداشت. این در حالی بود که عدد کیفیت فارینوگراف نمونه‌های حاوی صمغ‌های گوار و کتیرا بیش از نمونه شاهد بود.

Table 2 The effects of different treatments on dough farinography

Treatments	Dough farinography				
	Water Absorption (%)	Dough Development Time (min)	Dough Stability Time (min)	Degree of Dough Softening (BU)	Quality Number
1(Control)	62.00±0.00^{d}	3:27±0:00^{c}	3:00±0:00^{cd}	81.00±0.00^{a}	55.00±0.00^{f}
2	62.07±0.50^{d}	3:26±0:03^{c}	2:67±0:29^{d}	73.67±4.93^{ab}	53.67±2.08^{f}
3	62.50±0.50^{cd}	3:30±0:03^{c}	2:89±0:27^{cd}	69.66±1.52^{b}	56.67±2.08^{ef}
4	63.00±0.00^{bcd}	3:22±0:02^{c}	2:42±0:07^{d}	79.33±1.15^{a}	51.00±1.00^{f}
5	62.60±0.53^{cd}	3:28±0:06^{c}	3:12±0:05^{cd}	71.00±1.73^{b}	56.33±0.58^{ef}
6	63.50±0.50^{abcd}	3:47±0:03b^{c}	3:73±0:37^{bc}	49.00±3.00^{cd}	73.33±2.31^{cd}
7	64.23±0.68^{ab}	4:13±0:09^{a}	4:29±0:06^{ab}	45.33±0.58^{de}	80.00±2.64^{bc}
8	63.67±0.58^{abc}	4:32±0:03^{a}	4:79±0:01^{a}	36.00±2.648^{f}	93.33±3.518^{a}
9	64.00±0.00^{abc}	4:18±0:03^{a}	4:40±0:09^{ab}	38.33±1.15^{ef}	89.00±1.00^{ab}
10	64.90±0.52^{a}	4:17±0:02^{a}	4:70±0:67^{a}	34.00±3.46^{f}	98.33±9.29^{a}
11	64.23±0.35^{ab}	4:08±0:29^{a}	3:64±0:11^{bc}	52.67±4.58^{cd}	72.33±3.21^{cd}
12	64.33±0.67^{ab}	3:67±0:06^{a}	3:17±0:35^{cd}	55.00±2.88^{c}	66.33±4.04^{de}

Different letters in each column show the statistically significant differences (P<0.05)

پروتئین‌های آب پنیر با اثر بر پیوندهای دی‌سولفیدی شبکه گلوتنی و با تقویت پیوندهای گلوتنین و گلیادین در شبکه خمیر و بهبود کمپلکس این مجموعه پروتئین با نشاسته منجر به افزایش مقاومت خمیر در مقابل نیروی همزن فارینوگراف شده و عدد کیفی فارینوگرافی را نیز بالا برده است. با افزایش میزان پروتئین در فرمول خمیر، شبکه‌های جذب و نگهداری آب و شبکه گلوتنی در خمیر تقویت شد و به موجب آن میزان جذب آب، زمان توسعه و مقاومت خمیر افزایش یافت [۱۰ و ۱۲]. همچنین همانطور که اشاره شد حضور صمغ‌های گوار و کتیرا در فرمولاسیون خمیر نان سنگک در افزایش جذب آب، زمان توسعه و ثبات خمیر و عدد کیفی فارینوگراف و کاهش درجه سست شدن خمیر مؤثر بود. افزایش جذب آب خمیر در نتیجه افزودن صمغ به فرمول خمیر نان به علت طبیعت آبدوست این هیدروکلوئیدها می‌باشد. همچنین با افزایش صمغ، به دلیل افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل و پیوندهای هیدروژنی بیشتر با مولکول‌های آب، جذب آب افزایش یافته است [۱۷]. Rodriguez-Garcia و همکاران (۲۰۱۲) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند و اذعان نمودند صمغ‌ها ترکیبات جاذب‌الرطوبه هستند و با افزودن به فرمولاسیون فراورده‌های نانوایی، می‌توان جذب آب خمیر را افزایش داد [۱۸]. Gharaie و همکاران (۲۰۱۵) با افزودن صمغ کتیرا و گوار به فرمول نان با افزایش جذب آب خمیر مواجه شدند. این محققان علت را ایجاد یک ساختار سه بعدی در نتیجه حضور صمغ در فرمولاسیون برای جذب آب بیشتر اظهار داشتند. همچنین زنجیره‌های منشعب هیدرکلوئیدها باعث نوعی مداخله در شکل‌گیری اتصالات بین پروتئین‌ها به منظور تشکیل شبکه پروتئینی شده و باعث افزایش زمان توسعه خمیر می‌شوند [۱۹]. Sahraiyan و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از صمغ دانه شاهی و گوار در فرمولاسیون نان ترکیبی حاوی آرد گندم- برنج گزارش کردند زمان توسعه خمیر با افزایش سطح مصرفی هر دو نوع صمغ و ترکیبی از آن‌ها، افزایش یافت. این محققان بیان کردند طی زمان مخلوط کردن، ترکیبات آرد رطوبت جذب می‌کنند تا خمیر تشکیل می‌دهند، بنابراین هرچه میزان ترکیبات آبدوست (ترکیبات با گروه‌های هیدروکسیل نظیر انواع هیدروکلوئیدها) در فرمولاسیون اولیه محصولات صنایع پخت افزایش یابد، زمان مخلوط کردن جهت تشکیل خمیر افزایش می‌یابد [۱۰]. Ribotta و همکاران (۲۰۰۵) علت افزایش قوام

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

خمیر (افزایش زمان ثبات خمیر) را تشکیل کمپلکس بین هیدروکلوئیدها با پروتئین گلوتن، ناشی از واکنش بین گروه‌های عملگر موجود در ساختار هیدروکلوئیدها با گروه‌های آمینی موجود در ساختار گلوتن دانستند که به واسطه کمپلکس تشکیل شده، قوام و پایداری خمیر افزایش می‌یابد. به عقیده این محققان چنانچه هیدروکلوئید ماهیت آنیونی داشته باشد (وجود گروه کربوکسیل یا سولفاته)، از طریق واکنش الکترواستاتیکی با گروه آمینی پروتئین گلوتن پیوند یونی برقرار می‌کند ولی چنانچه هیدروکلوئید ماهیت خنثی داشته باشد، گروه هیدروکسیل موجود در ساختار آن با گروه آمینی پروتئین گلوتن از طریق پیوند هیدروژنی وارد واکنش می‌شود. کاهش درجه سست شدن یا نرمی خمیر را می‌توان مرتبط با افزایش پایداری و قوام آن به واسطه افزودن هیدروکلوئیدها دانست [۲۰]. در کل می‌توان گفت افزودن صمغ کتیرا و گوار از آنجایی که باعث افزایش مقاومت و پایداری خمیر شده و درجه سست شدن آن را کاهش داده، در بهبود کیفیت خمیر نقش داشته و باعث افزایش عدد کیفی فارینوگراف شد.

۲-۳-ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر

در جدول ۳ نتایج کشش‌پذیری خمیر، در جدول ٤ مقاومت به کشش و حداکثر مقاومت به کشش، در جدول ٥ نسبت مقاومت به کشش به کشش‌پذیری و نسبت حداکثر مقاومت به کشش به کشش‌پذیری و در جدول ٦ انرژی مورد نیاز برای کشش خمیر پس از ٤٥، ۹۰ و ۱۳٥ دقیقه تحت تأثیر سطوح متفاوت پودر آب پنیر و صمغ‌های گوار و کتیرا ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ گوار و نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ گوار از بیشترین میزان کشش‌پذیری پس از ٤٥ و ۹۰ دقیقه برخوردار بودند. همچنین براساس نتایج بدست آمده از مقاومت به کشش و حداکثر مقاومت به کشش خمیر می‌توان گفت تأثیر صمغ کتیرا بر این دو پارامتر افزایشی و تأثیر صمغ گوار بر این دو پارامتر کاهشی بود. بدین صورت که حضور صمغ کتیرا و گوار در فرمولاسیون خمیر نان سنگک به ترتیب منجر به افزایش و کاهش مقاومت به کشش خمیر در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه فاقد افزودنی) شد. بیشترین نسبت مقاومت به کشش به کشش‌پذیری خمیر در نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ کتیرا پس از ٤٥ دقیقه و نمونه حاوی ۰/٥ درصد صمغ کتیرا و نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ کتیرا بعد از ۹۰ و ۱۳٥ دقیقه مشاهده شد. همچنین نتایج نسبت حداکثر مقاومت به کشش به کشش‌پذیری خمیر نشان دهنده بالاترین مقدار این نسبت در نمونه حاوی ۰/٥ درصد صمغ کتیرا در زمان ٤٥، ۹۰ و ۱۳٥ دقیقه بود. بیشترین تأثیر بر نسبت مقاومت به کشش به کشش‌پذیری و حداکثر مقاومت به کشش به کشش‌پذیری در نتیجه حضور صمغ کتیرا بخصوص در سطح ۰/٥ درصد بود. بیشترین میزان انرژی مورد نیاز برای کشش خمیر در نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ کتیرا پس از ۱۳٥ دقیقه مشاهده شد.

Table 3 The effects of different treatments on extensibility of dough

Treatments	Extensibility of dough (mm)		
	45 min	90 min	135 min
1(Control)	140.00±0.00^{b}	158.00±0.00^{a}	156.00±0.00^{a}
2	139.00±6.08^{ab}	146.33±5.68^{abc}	139.00±1.73^{bc}
3	150.67±2.08^{ab}	150.00±2.64^{ab}	150.00±4.00^{ab}
4	149.00±5.29^{ab}	150.67±2.52^{ab}	144.67±6.51^{abc}
5	151.67±10.69^{ab}	157.30±5.68^{a}	146.33±4.62^{a}
6	150.33±1.15^{ab}	157.00±1.73^{a}	150.00±9.64^{a}
7	139.67±1.53^{b}	146.00±8.89^{abc}	147.00±6.08^{abc}
8	148.33±4.04^{ab}	148.67±1.15^{abc}	152.67±1.53^{ab}
9	138.33±2.31^{b}	139.33±2.08^{bc}	140.00±1.73^{bc}
10	137.67±4.93^{b}	137.00±2.64^{c}	132.67±6.43^{c}

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

11	155.33±2.31^{a}	158.00±5.29^{a}	153.33±4.16^{ab}
12	154.67±6.35^{a}	155.00±3.60^{a}	152.67±4.62^{ab}

Different letters in each column show the statistically significant differences (P<0.05)

Table 4 The effects of different treatments on resistance to extension and Maximum resistance on dough extension

Treatments	Resistance to extension (BU)		
	45 min	90 min	135 min
1(Control)	136.00±0.00^{f}	160.00±0.00^{a}	181.00±0.00^{cd}
2	144.67±1.53^{def}	166.00±7.00^{abc}	181.00±6.81^{cd}
3	140.00±4.36^{ef}	168.67±2.88^{ab}	186.33±12.74^{bcd}
4	146.00±1.00^{cdef}	170.33±2.31^{ab}	187.67±8.08^{bcd}
5	155.67±11.85^{bcdef}	163.67±6.03^{a}	166.00±9.85^{d}
6	144.00±1.005^{def}	160.00±5.57^{a}	166.33±4.73^{d}
7	166.00±12.77^{abcd}	187.70±17.47^{abc}	184.00±3.60^{bcd}
8	152.33±7.57^{bcdef}	176.67±9.02^{abc}	184.00±6.00^{bcd}
9	162.67±14.01^{bcde}	194.33±11.37^{bc}	206.00±6.24^{ab}
10	170.67±7.51^{ab}	200.67±6.43^{c}	203.67±3.78^{ab}
11	168.00±5.51^{abc}	185.33±5.519^{a}	190.33±13.57^{bc}
12	186.33±7.94^{a}	217.67±0.58^{a}	225.33±4.62^{a}
Treatments	Maximum of resistance to extension (BU)		
	45 min	90 min	135 min
1(Control)	138.00±0.00^{f}	164.00±0.00^{ef}	184.00±0.00^{cd}
2	148.67±1.15^{def}	166.67±6.43^{def}	177.00±7.00^{cd}
3	141.00±3.60^{f}	168.33±2.21^{def}	186.67±13.32^{bcd}
4	147.00±1.73^{ef}	170.33±3.21^{def}	188.33±8.38^{bcd}
5	161.33±10.02^{bcdef}	166.00±7.21^{ef}	166.67±10.26^{d}
6	151.00±1.73^{cdef}	162.00±5.29^{f}	167.00±5.29^{d}
7	174.33±15.50^{abc}	191.30±20.03^{bcd}	186.33±4.72^{bcd}
8	158.33±7.77^{cdef}	178.677±9.02^{cdef}	184.00±6.00^{cd}
9	171.33±15.14^{abcd}	198.43±12.34^{abc}	207.67±7.09^{ab}
10	182.67±7.57^{ab}	207.33±7.57^{ab}	209.33±2.31^{ab}
11	169.00±5.57^{abcde}	187.00±5.29^{bcde}	191.31±13.00^{bc}
12	186.67±8.18^{a}	218.00±1.00^{a}	226.00±4.62^{a}

Different letters in each column show the statistically significant differences (P<0.05)

Table 5 The effects of different treatments on ratio number and maximum ratio number of dough

Treatments	Ratio number		
	45 min	90 min	135 min
1(Control)	0.98±0.00^{c}	1.02±0.00^{d}	1.16±0.00^{c}
2	0.97±0.04^{c}	1.14±0.04^{cd}	1.27±0.04^{bc}
3	0.93±0.02^{c}	1.13±0.04^{cd}	1.24±0.12^{c}
4	0.98±0.03^{c}	1.13±0.03^{cd}	1.30±0.08^{bc}
5	1.02±0.09^{bc}	1.04±0.04^{d}	1.14±0.10^{c}
6	0.95±0.01^{c}	1.02±0.04^{d}	1.13±0.05^{c}
7	1.18±0.10^{ab}	1.29±0.19^{abc}	1.26±0.03^{c}
8	1.03±0.02^{bc}	1.19±0.07^{bcd}	1.20±0.05^{c}
9	1.17±0.10^{ab}	1.39±0.07^{ab}	1.47±0.02^{ab}
10	1.24±0.01^{ab}	1.46±0.07^{a}	1.53±0.04^{c}
11	1.08±0.05^{abc}	1.41±0.04^{a}	1.24±0.13^{c}
12	1.20±0.06^{a}	1.17±0.04^{cd}	1.48±0.06^{ab}
Treatments	Maximum Ratio number		

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

	45 min	90 min	135 min
1(Control)	1.00±0.00^{d}	1.04±0.00^{e}	1.18±0.00^{d}
2	1.00±0.03^{d}	1.14±0.04^{de}	1.27±0.03^{cd}
3	0.94±0.01^{d}	1.12±0.04^{de}	1.25±0.12^{cd}
4	0.99±0.03^{d}	1.13±0.02^{de}	1.30±0.08^{bcd}
5	1.07±0.09^{cd}	1.05±0.04^{e}	1.14±0.10^{d}
6	1.00±0.01^{d}	1.03±0.02^{e}	1.15±0.05^{d}
7	1.25±0.12^{ab}	1.31±0.22^{abcd}	1.28±0.01^{cd}
8	1.06±0.03^{cd}	1.20±0.07^{bcde}	1.19±0.03^{d}
9	1.24±0.10^{ab}	1.42±0.08^{ab}	1.49±0.02^{ab}
10	1.33±0.00^{a}	1.51±0.07^{a}	1.58±0.06^{a}
11	1.08±0.05^{bcd}	1.18±0.04^{cde}	^{زی}1.25±0.13
12	1.20±0.06^{abc}	1.41±0.03^{abc}	1.48±0.06^{ab}

Different letters in each column show the statistically significant differences (P<0.05)

Table 6 The effects of different treatments on energy of dough

Treatments	Energy of dough (cm^2)		
	45 min	90 min	135 min
1(Control)	28.00±0.00^{d}	36.00±0.00^{c}	42.00±0.00^{bc}
2	32.33±1.53^{cd}	36.00±2.64^{c}	36.67±1.15^{cd}
3	32.33±1.52^{cd}	38.00±0.00^{c}	41.00±1.73^{bcd}
4	32.33±1.53^{cd}	38.67±1.15^{c}	40.00±2.00^{bcd}
5	36.00±4.00^{bc}	37.67±3.21^{c}	36.00±1.73^{d}
6	32.00±0.09^{cd}	36.00±2.00^{c}	35.67±0.58^{d}
7	34.67±3.05^{bc}	40.00±4.00^{c}	39.33±3.05^{bcd}
8	33.33±2.31^{cd}	38.67±1.15^{c}	40.66±1.15^{bcd}
9	33.33±2.71^{cd}	39.67±2.88^{bc}	41.67±1.52^{bc}
10	34.67±2.30^{bc}	40.00±2.00^{bc}	39.33±2.31^{bcd}
11	40.00±1.52^{ab}	45.00±1.00^{ab}	44.33±3.05^{b}
12	43.33±2.00^{a}	51.00±1.00^{a}	50.67±1.53^{a}

Different letters in each column show the statistically significant differences (P<0.05)

براساس نتایج حاصل از ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر مشخص شد عملکرد نمونه‌های حاوی صمغ بخصوص صمغ کتیرا و نمونه‌های حاوی ترکیب هر دو نوع افزودنی (پودر آب پنیر و صمغ) از ویژگی‌های اکستنسوگرافی نمونه‌های حاوی پودر آب پنیر به تنهایی بهتر بود. اما با توجه به نتایج بدست آمده از نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ گوار و نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ کتیرا، عملکرد مثبت این افزودنی (پودر آب پنیر) بر بهبود ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر را نباید نادیده گرفت. تغییر در کشش‌پذیری، مقاومت به کشش و نسبت مقاومت به کشش به کشش‌پذیری را می‌توان این گونه توجیه نمود که دو جزء تشکیل‌دهنده گلوتن یعنی گلوتنین و گلیادین به ترتیب عامل ایجاد خاصیت ویسکوز (قابلیت اتساع) و الاستیک (قابلیت ارتجاع) در خمیر هستند. قابلیت کشش و مقاومت به کشش به ترتیب نشان‌دهنده قابلیت ارتجاع و قابلیت اتساع هستند. تقویت یا تضعیف گلوتنین و گلیادین مقادیر کشش‌پذیری و مقاومت به کشش را تغییر می‌دهد که بسته به نسبت تغییرات سبب افزایش یا کاهش نسبت مقاومت به کشش به کشش‌پذیری می‌شود. برای مقایسه تیمارهای مختلف، نسبت مقاومت به کشش به کشش‌پذیری معیار مناسب‌تری به داده‌های دیگر است. افزایش مقدار این نسبت (ضریب مقاومت) تا حدی نشان‌دهنده بهبود خواص دست‌ورزی خمیر و مقادیر خیلی کم یا خیلی زیاد بیانگر نامطلوب بودن برای ورز دادن است. افزایش کشش‌پذیری،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

مقاومت به کشش، نسبت مقاومت به کشش به کشش‌پذیری و انرژی مورد نیاز در نتیجه افزودن ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر (در نمونه های ترکیبی) بیانگر این مطلب است که پودر آب پنیر منجر به افزایش حالت الاستیکی خمیر شده و در نتیجه نمونه‌های حاوی آن (نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ گوار و نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ کتیرا) قادر به حفظ میزان بیشتری گاز تولید شده در خمیر است که این امر به بهبود بافت نان کمک می کند. در زمان استراحت خمیر گروه‌های SH که توسط پودر آب پنیر تأمین شده‌اند، در نبود اکسیژن، منجر به احیاء کردن پیوندهای دی‌سولفیدی گلوتن و افزایش کشش‌پذیری خمیر می‌شوند. براساس نتایج آزمون اکستنسوگرافی خمیر نقش مؤثر افزودن صمغ گوار و کتیرا به آرد و حضور آن‌ها در فرمول خمیر نان سنگک بر بهبود ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر ثابت گردید. Grobelnik Mlakar و همکاران (۲۰۰۹) و Wu و همکاران (۲۰۰۹) حضور صمغ در فرمول نان را عاملی بر افزایش مقاومت به کشش خمیر دانستند [۲۱ و ۲۲]. این محققان علت را ناشی از ثبات ساختمانی گلوتن طی زمان استراحت دانستند. Ketabi و همکاران (۲۰۰۸) با افزودن مجموعه‌ای از هیدروکلوئیدها در سطوح متفاوت به آرد، افزایش ضریب مقاومت (نسبت مقاومت به کشش به کشش‌پذیری) را گزارش کردند. به گفته این محققان علت این امر افزایش قوام (ثبات) خمیر ناشی از افزودن هیدروکلوئیدها بود [۲۳]. Sahraiyan و همکاران (۲۰۱۳) به نتایج مشابهی در نتیجه افزودن صمغ گوار و شاهی به فرمول نان بربری دست یافتند و به طور کل افزودن صمغ به فرمولاسیون خمیر نان را عاملی مؤثر بر نقایص خمیر نان و بهبود ویژگی‌های فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر دانستند [۱۰].

۳-۳-افت پخت

در جدول ۷ نتایج افت پخت ارائه شده است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد افت پخت تمام نمونه‌های تولیدی حاوی پودر آب پنیر، صمغ گوار و صمغ کتیرا کمتر از نمونه شاهد بود. بدین معنا که افزودنی‌های به کار برده شده در فرمولاسیون نان سنگک نقش مؤثری در حفظ رطوبت نان و به موازات آن کاهش افت پخت داشتند. بنابراین براساس یافته‌های این پژوهش بیشترین افت وزن مربوط به نمونه شاهد و کمترین افت پخت به طور مشترک مربوط به نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ کتیرا و نمونه حاوی ۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ گوار بود. صحرائیان و همکاران (۱٤۰۰) از پودر پنیر در فرمولاسیون نان حاوی آرد سورگوم استفاده کردند. نتایج این محققان حاکی از افزایش میزان رطوبت و کاهش افت وزن بود [۲٤]. Stathopoulus و Okennedy (۲۰۰۸) با افزودن کازئین شیر به آرد گزارش کردند، کازئین شیر منجر به استحکام بخشیدن به شبکه گلوتنی و افزایش جذب آب خمیر شد که در نتیجه آن حفظ رطوبت نمونه‌های تولیدی افزایش و افت وزن در نتیجه آن کاهش یافت [۲۵]. Sahraiyan و همکاران (۲۰۲۰) از ترکیبات متفاوتی نظیر پودر پنیر، انواع هیدروکلوئیدها، آب و روغن در قالب رومال جهت حفظ رطوبت و کاهش افت وزن نان استفاده نمودند. نتایج این محققان نشان داد پودر پنیر به دلیل تشکیل شبه شبکه‌ای مشابه با شبکه گلوتنی و حضور پروتئین و قند لاکتوز در آن و صمغ‌های گوار و شاهی به دلیل گروه‌های هیدروکسیلی در افزایش رطوبت خمیر و حفظ آن طی فرایند پخت موفق عمل نمودند که این امر منجر به کاهش افت وزن در مقایسه با نمونه‌های فاقد رومال شد [۱۲]. حسینی اصفهانی و فدوی (۱۳۹۷) در نتیجه افزودن صمغ کتیرا و گوار به فرمولاسیون نان تافتون به رابطه مستقیمی بین میزان افزودن صمغ و رطوبت نان دست یافتند. این نتایج می تواند به دلیل ماهیت هیدروفیل و آبدوستی، قابلیت اتصال و نگهداری آب صمغ ها باشد که قادر به ایجاد ساختار سه بعدی و تشکیل ژل هستند؛ بنابراین صمغ ها رطوبت بیشتری را در ساختار نان، طی فرایند پخت و زمان نگهداری، حفظ نمودند [۸]. McCarthy و همکاران (۲۰۰۵) براساس پژوهش خود گزارش کردند صمغ‌ها به دلیل طبیعت آبدوست خود با آب

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

برهمکنش می‌دهند و سبب کاهش انتشار آب و پایداری حضور آن در سیستم می‌شوند که همین امر در افزایش جذب آب و حفظ رطوبت محصول نهایی طی فرایند پخت و نگهداری مؤثر است [۸]. Sahraiyan و همکاران (۲۰۱۳) بیان نمودند نمونه‌های حاوی صمغ در مقایسه با نمونه فاقد آن از رطوبت بیشتر و درصد افت وزن کمتری برخوردار بود که علت آن قابلیت بالای نگهداری آب به دلیل حضور گروه‌های هیدروکسیل در ساختار صمغ گزارش شد. Rodriguez-Garcia و همکاران (۲۰۱۲) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند و اذعان نمودند صمغ‌ها ترکیبات جاذب‌الرطوبه هستند و با افزودن به محصولات نانوایی باعث افزایش رطوبت محصول می‌گردند [۱۸]. Hejrani و همکاران (۲۰۱۷) با افزودن صمغ گوار و زانتان در فرمول نان به نتایج مشابهی دست یافتند [۲۷].

Table 7 The effects of different treatments on weight loss and firmness of sangak bread

Treatments	Weight loss (%)	Firmness (g)
1(Control)	37.66±0.00^{a}	327.70±43.46^{a}
2	23.49±3.21^{bc}	216.41±15.34^{b}
3	23.77±1.86^{bc}	199.00±23.14^{bc}
4	22.66±1.55^{bc}	188.74±7.23^{bc}
5	29.89±1.88^{b}	172.55±12.36^{bc}
6	23.89±1.66^{bc}	321.10±46.44^{a}
7	26.12±1.64^{bc}	373.30±60.63^{a}
8	23.20±3.86^{bc}	386.70±19.85^{a}
9	27.51±3.20^{bc}	205.06±5.36^{bc}
10	20.05±3.90^{c}	129.73±8.66^{c}
11	20.58±2.22^{c}	212.20±2.34^{bc}
12	24.77±3.92^{bc}	160.01±20.43^{bc}

Different letters in each column show the statistically significant differences ($P<0.05$)

٤-٣-سفتی بافت نان

نتایج ارائه شده در جدول ۷ نشان‌دهنده میزان سفتی بافت نان سنگک تحت تأثیر افزودن پودر آب پنیر و صمغ های گوار و کتیرا است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ کتیرا از کمترین سفتی بافت و نمونه شاهد، نمونه حاوی ۰/۱ درصد صمغ کتیرا، نمونه حاوی ۰/۳ درصد صمغ گوار و نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ گوار به طور مشترک دارای بیشترین میزان سفتی بافت در مقایسه با سایر نمونه‌های تولیدی بودند. در کل می‌توان گفت حضور افزودنی‌ها به ویژه پودر آب پنیر و صمغ کتیرا در بهبود بافت نان سنگک نقش مؤثری داشتند. ایجاد بافت اسفنجی بیشتر در نمونه‌های نان حاوی پودر آب پنیر سبب بدست آمدن نان نرم‌تری شد. علت این موضوع را می‌توان به تقویت شبکه گلوتن توسط پروتئین موجود در اجزای افزوده شده و در نتیجه افزایش توانایی حفظ گاز تولیدی طی فرایند تخمیر در بافت خمیر دانست. این گونه به نظر می آید که نرمی و سفتی بافت بلافاصله پس از پخت، ناشی از میزان گاز تولید شده در خمیر و توانایی انبساط گاز در در بافت در اولین ثانیه های پخت است. Lieke و همکاران (۲۰۱۱) به نتایج مشابهی در اثر افزودن ترکیبات پروتئینی نظیر پودرهای لبنی به فرمول نان و عملکرد مثبت آن‌ها در کاهش سفتی بافت نان و سرعت بیاتی محصول نهایی نسبت به نمونه شاهد (نمونه فاقد افزودنی) دست یافتند. افزایش سفتی بافت فراورده‌های نانوایی طی مدت زمان نگهداری (از لحظه خروج از فر یا تنور پخت) و بیاتی آن فرایند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی نظیر رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش میزان رطوبت و یا توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل است و هر عاملی که بتواندبر حفظ رطوبت طی فرایند پخت و پس از آن مؤثر باشد، بر کاهش سفتی بافت نان و روند کند شدن بیاتی نقش دارد [۲۸]. صحرائیان و همکاران (۱۴۰۰)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

و Sahraiyan و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از پودر پنیر در فرمولاسیون نان نتایج مشابهی با یافته های پژوهش حاضر مبتنی بر کاهش سفتی بافت نان در نتیجه افزودن پودر پنیر به فرمولاسیون گزارش نمودند [۲٤ و ۱۲]. از سوی دیگر نتایج نشان داد حضور صمغ بخصوص صمغ کتیرا در سطوح ۰/۳ و ۰/۵ درصد سبب کاهش سفتی بافت نان در مقایسه با نمونه شاهد شد. حضور هیدروکلوئیدها مانع ارتباط پلیمرهای آمیلوز و آمیلوپکتین در طول نگهداری نان می‌شود و روند رتروگراداسیون نشاسته را کند می‌کند و از این طریق سرعت بیاتی کاهش و در نتیجه سفتی بافت نان کند می‌شود. همچنین کاهش سفت شدن بافت نان با افزایش غلظت صمغ را می‌توان به دلیل واکنش بیشتر هیدروکلوئیدها با آب در مقایسه با نشاسته بیان کرد، زیرا هیدروکلوئیدها در ساختار خود حاوی گروه‌های هیدروکسیل هستند و تمایل بیشتری به پیوند با مولکول‌های آب دارند در نتیجه مانع انتقال آب از گلوتن به نشاسته می‌شوند، زیرا آمیلوز و آمیلوپکتین موجود در نشاسته در حضور آب مجددا کریستاله شده و تشکیل پلیمر می‌دهند که سفتی نان را سبب می‌شوند [۲۹]. Szumilo و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند افزودن صمغ‌ها به فرمولاسیون نان سبب تقویت ساختار خمیر و کاهش درجه سست شدن آن شد که این امر در حفظ گاز تولیدی طی فرایند تخمیر و نرم شدن بافت محصول نهایی اثرگذار بود. بهبود بافت نان به دلیل ساختار افزودنی‌های مذکور و پیوند قوی آن ها با اجزای آرد گندم است. همچنین بخش چربی‌دوست صمغ‌ها با بخش آب‌گریز پروتئین‌های گندم متصل می‌شود و با ایجاد بار منفی قوی در کمپلکس، به تراکم پروتئین‌ها و تقویت شبکه گلوتنی خمیر می‌انجامد [۳۰]. ناطقی (۱٤۰۰) بیان کرد علت کاهش سفتی در نان‌های حاوی صمغ‌های آلژینات سدیم و کتیرا می‌تواند ناشی از قابلیت جذب و نگهداری آب در خمیر توسط این ترکیبات باشد. با افزودن هیدروکلوئیدها به نان گروه‌های عملگر موجود در ساختار هیدروکلوئیدها با گروه آمینی موجود در ساختار گلوتن کمپلکس تشکیل می‌دهند و شبکه گلوتنی تقویت می‌گردد بنابراین قوام و پایداری خمیر، مقاومت به کشش خمیر و تحمل خمیر نسبت به شرایط تخمیر افزایش می‌یابد که باعث کاهش شاخص سفتی تیمارهای نان می‌گردد [۵].

۵-۳-ویژگی‌های حسی نان

ویژگی‌های حسی، از شاخص‌هایی هستند که در قابلیت پذیرش محصول، توسط مصرف‌کننده به طور مستقیم مؤثر می‌باشند. این پارامترها، وابستگی زیادی به خصوصیات بافتی و ظاهری محصول دارند [۸]. جدول ۸ نشان‌دهنده امتیاز ویژگی‌های حسی نمونه نان‌های تولیدی است. همانطور که نتایج نشان می‌دهد تمام نمونه‌های نان، بجز نمونه‌های حاوی صمغ کتیرا در تمام سطوح مصرفی از امتیاز بوی بیشتری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بودند. نتایج ارزیابی امتیاز مزه نمونه‌های تولیدی حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های نان با نمونه شاهد بود ($P<0.05$). یافته‌های بدست آمده از سنجش امتیاز رنگ نمونه‌های تولیدی نیاز گواه عملکرد مثبت افزودنی‌های استفاده شده (پودر آب پنیر و صمغ‌های گوار و کتیرا) در فرمولاسیون نان سنگک بود. بدین صورت که امتیاز رنگ نمونه شاهد کمتر از امتیاز رنگ سایر نمونه‌های تولیدی بود. نتایج مشابهی با امتیاز رنگ برای امتیاز قابلیت جویدن نمونه‌های تولیدی مشاهده گردید. لازم به ذکر است که نقش مثبت پودر آب پنیر و صمغ کتیرا بر افزایش امتیاز قابلیت جویدن بیش از صمغ گوار بود.

Table 8 The effects of different treatments on sensory properties of sangak bread

Treatments	Sensory Properties			
	Odor	Taste	Color	Chewiness
1(Control)	3.33 ± 0.50^{e}	3.67 ± 0.50^{a}	3.44 ± 0.52^{b}	3.22 ± 0.44^{c}

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

2	3.67±0.50^{cde}	3.89±0.60^{a}	4.56±0.53^{a}	3.44±0.52^{bc}
3	3.78±0.44^{bcde}	4.22±0.67^{a}	4.22±0.66^{ab}	4.78±0.44^{a}
4	3.56±0.53^{de}	3.78±0.66^{a}	4.11±0.60^{ab}	4.44±0.73^{a}
5	4.56±0.52^{ab}	4.33±0.50^{a}	4.33±0.50^{a}	4.22±0.66^{ab}
6	4.44±0.72^{abc}	4.33±0.50^{a}	4.44±0.53^{a}	4.00±0.70^{abc}
7	4.78±0.44^{a}	4.33±0.50^{a}	4.33±0.50^{a}	4.33±0.50^{ab}
8	3.33±0.50^{e}	4.22±0.44^{a}	4.44±0.73^{a}	4.56±0.53^{a}
9	3.11±0.33^{e}	3.56±0.73^{a}	4.67±0.50^{a}	4.44±0.52^{a}
10	3.11±0.33^{e}	3.44±0.52^{a}	4.55±0.52^{a}	4.22±0.66^{ab}
11	4.33±0.50^{abcd}	4.22±0.66^{a}	4.67±0.50^{a}	4.11±0.78^{abc}
12	3.67±0.71^{cde}	4.22±0.44^{a}	4.67±0.50^{a}	4.57±0.53^{a}

Different letters in each column show the statistically significant differences (P<0.05)

نتایج این بخش نیز نشان‌دهنده اثر مثبت صمغ کتیرا و گوار بر بهبود قابلیت جویدن و رنگ نان‌های تولیدی نشان داد. این در حالی است که صمغ کتیرا اثر مثبتی بر امتیاز بو نداشت و تنها صمغ گوار در بهبود این پارامتر نقش داشت. شیخ‌الاسلامی و همکاران (۱۳۹۷) براساس نتایج تحقیق خود گزارش کردند رنگ نمونه‌های نان در نتیجه افزودن صمغ بخصوص صمغ کتیرا به فرمولاسیون بهبود یافت. این محققان بیان کردند بهبود رنگ یا قهوه‌ای شدن پوسته نان در نتیجه واکنش‌های غیرآنزیمی (مایلارد) بین قندهای ساده و آمینواسیدها ایجاد می‌شود. به گفته این پژوهشگران صمغ کتیرا از قندهای ساده تشکیل شده است که این قندها در واکنش‌های مایلارد شرکت کرده، در نتیجه سبب افزایش شدت رنگ نان و بهبود آن شده است [۳۱]. Lebsi و Tzia (۲۰۱۱) گزارش کردند حضور صمغ در محصولات نانوایی سبب بهبود رنگ بافت درونی شد. این محققان بیان کردند افزایش شدت رنگ بافت درونی محصولات نانوایی و بهبود این پارامتر حسی به ماهیت ساختمانی صمغ و وجود اسیدهای آمینه در صمغ‌های مصرفی و واکنش بین ترکیبات مذکور با ترکیبات آلدئیدی خمیر و در نهایت انجام واکنش مایلارد بر می‌گردد [۳۲]. همچنین Lee و Inglett (۲۰۰۶) یکی از علل بهبود طعم و مزه مواد غذایی حاوی صمغ را حضور ترکیبات آلدئیدی در صمغ‌ها دانستند [۳۳]. Demirkesen و همکاران (۲۰۱۰) با افزودن صمغ به فرمولاسیون نان، بهبود قابلیت جویدن و بافت محصول نهایی را گزارش کردند. دلیل بهبود قابلیت جویدن و بافت نمونه‌های تولیدی حاوی صمغ، حضور گروه‌های OH و سایر گروه‌های آبدوست در ساختار صمغ بود که سبب افزایش جذب آب، جلوگیری از مهاجرت آب پوسته و جلوگیری از لاستیکی شدن و در نهایت ترد شدن نان بود [۳۴]. ناطقی و همکاران (۱۴۰۰) به این نتیجه دست یافتند حضور هیدروکلوئیدها بخصوص آلژینات سدیم و صمغ کتیرا منجر به کاهش خشکی، بهبود تازگی و افزایش نرمی بافت و قابلیت جویدن نان شد که این امر در بهبود خواص حسی محصول تولیدی نقش داشت [۵]. حسینی اصفهانی و فدوی (۱۳۹۷) با افزودن مخلوط صمغ گوار و کتیرا به فرمولاسیون نان تافتون بهبود کیفیت نمونه‌های تولیدی به ویژه به لحاظ بافت و قابلیت جویدن را مشاهده نمودند. این محققان بیان کردند حضور ۰/۳ درصد صمغ کتیرا و ۰/۷ درصد صمغ گوار در فرمولاسیون منجر به بالاترین امتیاز ویژگی‌های حسی در مقایسه با سایر نمونه‌های نان شد [۸].

٤-نتیجه‌گیری

نان سنگک به عنوان یکی از نان‌های سنتی و پرطرفدار در ایران شناخته شده است، اما متأسفانه میزان ضایعات این نان بالا و ماندگاری آن پایین است. از طرفی به دلیل سطح آگاهی مصرف کننده از مضرات افزودنی‌های شیمیایی، بازار بهبوددهنده‌های حاصل از ترکیبات طبیعی جهت بهبود کیفیت نان‌های سنتی و افزایش ماندگاری آن‌ها رونق یافته است. بنابراین همانگونه که پیش‌تر اشاره شد در این پژوهش از پودر آب پنیر و صمغ‌های بومی نظیر گوار و کتیرا جهت ارتقاء کیفیت و کمیت نان سنگک استفاده شد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

که خوشبختانه نتایج رضایت‌بخشی مبنی بر بهبود خصوصیات فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر، کاهش افت وزن و سفتی بافت نان و بهبود ویژگی‌های حسی از جمله بو، رنگ و قابلیت جویدن در نتیجه حضور این افزودنی‌های طبیعی در فرمولاسیون نان سنگک حاصل گردید. در طور کل می‌توان نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ کتیرا (اولویت اول) و نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/۲۵ درصد صمغ کتیرا (اولویت دوم) را به عنوان بهترین نمونه‌های این پژوهش معرفی کرد.

۵-منابع

[1] Cauvain, S. P., Young, L. S., BakeTran, UK. (2010). Chemical and physical deterioration of bakery products. Woodhead publishing limited.

[2] Maga, J. A. and Ponte, J. G. (2014). Bread staling. publisher: taylor and francis.

[3] Mudgil, D. and Barak, S. (2013). Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: a review. International journal of biological macromolecules. 61, 1-6.

[4] Verbeken, D., Dierckx, S., and Dewettinck, A. (2003). Exdute gums: Occurrence, production and applications. Applied Microbiology and Biotechnology, 63, 10-21.

[5] Nateghi, L. (2021). The effect of application tragacanth gum an alginate sodium gum on physicochemical and sensory properties of Brotchen bread. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 13 (3), 81-99. [In Persian].

[6] Nateghi, L. (2020). Influence of tragacanth gum and oat bran fiber on physicochemical and sensory properties of toast. Journal of Food Researches, 30(1), 61-80.

[7] Abdolalizadeh, E. and Gharekhani, M. (2018). Effect of gum tragacanth on physicochemical, textural and sensory properties of corn-based gluten-free bread. Journal of Food Research, 28(3), 111-125.

[8] Hosseini Esfehani, M. and Ghasem Fadavi, Gh. (2019). The effect of tragacanth and guar hydrocolloids on the farinographic properties of Taftoon bread dough and the physicochemical and sensory properties of the Final product. Iranian Journal of Nutrition Science & Food Technology, 13(4), 97-105.

[9] Hejrani, T., Sheikholeslami, Z., Mortazavi, A., Karimi, M. and Elhamirad, A. H. (2019). Impact of Basil and Balangu gums on physicochemical properties of part baked frozen Barbari bread. Information Processing in Agriculture, 6(3): 407-413.

[10] Sahraiyan, B., Naghipour, F., Karimi, M. and Ghiafe Davoodi, M. (2013). Evaluation of Lepidium sativum seed and guar gum to improve dough rheology and quality parameters in composite rice-wheat bread. Food Hydrocolloid. 30, 698-703.

[11] Yousif, A., Houmaid, M. and Amir, A. (1997). Spray and Hot Plate Techniques in Drying the Liquid Whey for fte in Arabic Bread Production. Journal of Agricultural Sciences, 25**,** 91-97.

[12] Sahraiyan, B., Sheikholeslami, Z. and Karimi, M. (2020). Development of novel edible surface coating made by Lepidium Sativum seed gum and comparison of its effect with traditional glazes of sorghum gluten-free bread. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 8(4): 405-414.

[13] Moradkhani, F., Salehifar, M. and Hashemi, M. (2016). Survey on the effect of sodium stearoyel 2-lactilate emulsifier and whey protein concentrate for improving quality of dough and frozen dough structure. Journal of Food Science and Technology, 59(13), 11-23.

[14] AACC. (2000). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

[15] Phimolsiripol, Y., Siripatrawan, U., Tulyathan, V. and Cleland, D. J. (2008). Effects Of freezing and temperature fluctuation during frozen storage on frozen dough and bread quality. Journal of Food Engineering. 4, 48-56.

[16] Yaseen, A.A., Shouk, A.H. and Ramadan, M.T. 2010). Corn-wheat pan bread quality as affected by hydrocolloids. Journal of American Science, 6(10): 684-690.

[17] Shalini, G, K. and Laxmi, A. (2007). Influence of additives on rheological characteristics of whole-wheat dough and quality of Chapatti (Indian unleavened Flat bread). Food Hydrocolloids, 21: 110-117.

[18] Rodriguez-Garcia, J., Puig, A., Salvador, A. and Hernando, I. (2012). Optimization of Spong Cake Formulation with Inulin as Fat Replacer: Structure, Physicochemical, and Sensory Properties. Journal of Food Science, 77(2): 189-197.

[19] Gharaie, Z., Azizi, M. H., Barzegar, M. and Aghagholizade, R. (2015). Effects of hydrocolloids on the rheological characteristics of dough and the quality of bread made from frozen dough. Journal of texture studies, 46(5): 365-73.

[20] Ribotta, P. D., Ausar, S. F., Morcillo, M. H., Perez, G. T., Beltramo, D. M. and Leon, A. E. (2004). Production of gluten-free bread using soybean flour. Journal of Science Food Agriculture, 84: 1969-1974.

[21] Grobelnik Mlakar, S., Bavec, M., Turinek, M., and Bavec, F. (2009). Rheological properties of dough made from Grain Amaranth-Cereal composite

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

flours based on wheat and spelt. Czech Journal of Food Science, 27(5): 309-319.
[22] Wu, K. L., Sung, W. C. and Yang, C. H. (2009). Characteristics of dough and bread as affected by the incorporation of the sweet potato paste in the formulation. Journal of Marine Science and Technology, 17(1): 13-22.
[23] Ketabi, A., Soleimanian-Zad, S., Kadivar, M., Sheikh-Zeinoddin, M. (2008). Production of microbial exopolysaccharides in the sourdough and its effects on the rheological properties of dough. Food Research International, 41: 948- 951.
[24] Sahraiyan, B., Pourhaji, F. and Alizadeh Behbahani, B. (2021). Evaluation of the effect of Cheese powder and ultrasonic wave on physicochemical and sensory properties of gluten-free oil cake. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 17(4), 423-435.
[25] Stathopoulus, C. E. and Okennedy, B. T. (2008). The effect of salt on the rheology and texture of casein based ingredient intended to replace gluten. Milchwissenschaft, 63: 430-433.
[26] Mc Carthy, D. F., Gallager, E., Gormley. T. R., Schober, T. J. and Arenth, E. K. (2005). Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. Cereal Chemistry, 82: 609-615.
[27] Hejrani, T., Sheikholeslami, Z., Mortazavi, A. and Ghiafeh Davoodi, M. (2017). The properties of part baked frozen bread with guar and xanthan gums. Food Hydrocolloids, 71: 252-257.
[28] Lieke, E., Riemsdijk, V., Atze, J., Goot, V., Rob, J. and Remko, M. (2011). Preparation of gluten-free bread using a mesostructured whey protein particle system. Journal of Cereal Science, 53(3): 355-361.
[29] Sharadanat, R.. and Khan. K. (2003). Effect of hydrophilic gums on the quality of frozen dough: II. Bread characteristics.Cereal Chemistry, 80:773-780.
[30] Szumilo, G., Rachon, L. and Stankowski, S. (2010). The evaluation of grain and flour quality of spring durum wheat (Triticum durum Desf.). Polish Journal of Agronomy, (02).
[31] Sheikholeslami, Z., Karimi, M., Hejrani, T., Ghiafeh Davoodi, M. and Fatemian, H. (2018). Synergistic effect of Basil and Tragacanth native gums on improving the quality and shelf life of frozen part baked Barbari bread. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 14(2), 359-369.
[32] Lebsi, D. M. and Tzia, C. (2011). Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. Food Bioprocess Technology, 4: 219-222.
[33] Lee, S. and Inglett, G. E. (2006). Rheological and physical evaluation of Jet-cooked oat bran in low calorie cookies. International Journal of Food Science and Technology. 41: 553-559.
[34] Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G. and Sahin, S. (2010a). Rheological properties of gluten-free bread formulation. Journal of Food Engineering, 96: 295-303.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigating the rheological properties of dough and evaluating physiochemical properties of Sangak bread using whey powder and hydrocolloids of guar and tragacanth

Nafise Abdollah Zadeh Gonabadi[1], Hojjat Karazhiyan[1*]

1- Department of Food Science and Technology, Torbat-e Heydarieh Branch, Islamic Azad University, Torbat-e Heydarieh, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2023/11/17
Accepted:2024/2/21

Keywords:

Sangak bread,

Farinograph,

Extensograph,

Weight loss,

Texture,

Sensory properties.

DOI: **10.22034/FSCT.21.149.114.**

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

ABSTRACT

In current study, whey powder, guar and tragacanth gums were used at the different levels of 0.1, 0.3 and 0.5%, and in a mixed forms of 0.25% whey powder and 0.25%. Guar gum, 0.25% of whey powder and 0.25% of tragacanth gum in the formulation of Sangak bread to improve farinographic and extensograph properties of dough and physicochemical and sensory properties of bread. The results showed that the highest water absorption and dough development time and the lowest weight loss and firmness were observed in the sample containing 0.5% tragacanth gum. The samples containing guar gum and tragacanth and the sample containing 0.25% whey powder and 0.25% guar gum had the longest dough stability time. Tragacanth gum had the greatest role in reducing the degree of softening and increasing the farinograph quality number. Guar gum was more effective than other ingredients in improving dough extensibility. The effect of tragacanth gum and guar on dough resistance was increasing and decreasing, respectively. The highest energy was observed in the sample containing 0.25% whey powder and 0.25% tragacanth gum. The additives used improved the odor, color and chewability of Sangak bread. Thus, the sample containing 0.5% tragacanth gum (1 priority) and the sample containing 0.25% whey powder and 0.25% tragacanth gum (2 priority) has been introduced as the best samples.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.149.114]