بررسی تاثیر ازن بر جمعیت میکروبی آرد و ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر

محمد حسین حداد خداپرست[1*] ، امیر پورفرزاد[2]، مهدی خدنگ نیکفرجام[2] ، امیر حداد خداپرست[3]، علی سرداریان [4]

[1] استادگروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

[2] دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

[3]دانشجوی کارشناسی کامپیوتر، موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی بهار، مشهد، ایران

[4] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

تاریخ دریافت: 1392/5/14 تاریخ پذیرش: 1392/12/1

چکیده

ازن فرم سه‌گانه اکسیژن بوده که علاوه بر طبیعت ضد میکروبی و ضدعفونی کنندگی، دارای خواص و کاربردهای مختلفی در صنعت غذا از جمله بهبود خواص کیفی آردها به دلیل جایگزینی کار می‌باشد. در این تحقیق تأثیر ازن‌زنی روی جمعیت میکروبی نمونه‌های آرد و ویژگیهای رئولوژیکی خمیر (جذب آب آرد، زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر، شاخص تحمل، ارزش والوریمتری، مقاومت به کشش و کشش پذیری) با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل 4 ×2 با دو سطح نوع آرد (قوی و ضعیف) و چهار سطح مدت ازن‌زنی (0،15،30 و 45 دقیقه) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استفاده از ازن به عنوان یک عامل اکسید کننده تاثیر معنی داری ($P>0/05$) بر خواص رئولوژیکی خمیر آردهای قوی نداشته است و تنها در آردهای قوی به عنوان عامل کاهش دهنده جمعیت میکروبی و آفات می‌تواند بکار رود. در آردهای ضعیف، با افزایش زمان اعمال تیمار ازن، جذب آب و پایداری افزایش اما شاخص تحمل، زمان گسترش، کشش پذیری و جمعیت میکروبی کاهش یافت. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش با اعمال 30 دقیقه ازن به نمونه‌های آرد، خواص رئولوژیکی مطلوبی بدست آمده و جمعیت میکروبی کاهش یافت.

واژه های کلیدی: آرد، خمیر، خصوصیات رئولوژیکی، ازن، جمعیت میکروبی.

*مسوول مکاتبات: dr. m. haddad@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

1- مقدمه

انواع مختلف اکسیدکننده‌ها از قبیل آزو دی کربنامید، پراکسید کلسیم، برومات پتاسیم، یدات پتاسیم و کلسیم و اسید اسکوربیک در صنعت نانوایی به کار می‌روند. اکسیدکننده‌ها رنگ آرد و در نتیجه رنگ مغز نان را روشن‌تر می‌کنند و همچنین از طریق تشکیل باندهای دی سولفیدی بین پروتئین‌های گلوتنین، استحکام خمیرس را بهبود می‌بخشند (11،3و16). واسطه تاثیر اکسیدکننده‌ها بر پروتئین‌های گلوتن، حفظ گاز توسط خمیر و در نتیجه حجم مخصوص نان افزایش می‌یابد.

ازن توسط انجمن غذا و دارو در امریکا به عنوان یک عامل GRAS[1] طبقه بندی شده است (7). گاز ازن با توجه به نیمه عمر 20 -50 دقیقه‌ای خود، به سرعت به مولکول‌های اکسیژن تبدیل می‌شود و هیچ‌گونه باقیمانده ای از خود بر جای نمی‌گذارد. ازن می‌تواند در محل مصرف تولید شود که نیاز به ذخیره سازی و حامل‌های شیمیایی را حذف می‌کند. به همین دلیل می توان از ازن به عنوان جایگزینی ایمن برای برومات پتاسیم استفاده نمود.

ایبانگلو (2002) گزارش نموده است که شستشوی دانه‌های گندم با آب ازنه با غلظت 1/5 میلی‌گرم در لیتر به مدت 30 دقیقه در مقایسه با شستشو با آب معمولی، تعداد کل میکروبی و نیز کپک‌ها و مخمرها را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. او پیشنهاد نمود که آب ازنه به طور موفقیت آمیزی می‌تواند برای شستن گندم به منظور کاهش جمعیت میکروبی به کار رود. گذشته از جنبه میکروبی، شستن گندم‌های سخت با آب ازنه، خواص شیمیایی، فیزیکی یا رئولوژیکی را تغییر نداد اما تفاوت معنی داری بین خواص اکستنسوگرافی آردهای آسیاب شده حاصل از گندم های نرم شسته شده با آب ازنه مشاهده گردید. تحقیقات محدودی در زمینه کاربرد آردهای ازن زنی شده در صنعت پخت وجود دارد. نایتو (1990) دو نوع آرد گندم (نرم و متوسط) را به مدت 1 تا 6 ساعت تحت جریان اکسیژن - ازن (0/05 – 50 قسمت در میلیون) با سرعت 100 لیتر در دقیقه قرار داد. نتایج حاصل از بررسی خواص آردهای تیمار شده نشان داد که تغییری در قوام هر دو نمونه آرد در آزمون فارینوگرافی مشاهده نشد. از طرفی، در آزمون اکستنسوگرافی در هر دو نمونه آرد، اختلاف معنی داری در مقاومت به کشش مشاهده گردید و نیز کاهش معنی داری در کشش پذیری در غلظت‌های 0/05 تا 50 قسمت در میلیون در آرد نرم و 5 تا 50 قسمت در میلیون در آرد متوسط ایجاد شد (13). چیتراکورن (2008)، اندیس زردی[2] کمتر آرد نرم ازن زنی شده را نسبت به آرد شاهد گزارش نمود. همچنین چیتراکورن (2008) نشان داده است که کیک‌های پخته شده با آرد گندم نرم ازن زنی شده (0/06 لیتر در دقیقه به مدت 36 دقیقه) حجم بیشتر و بافت نرم‌تری نسبت به نمونه‌های تولید شده با آرد کلرزنی شده دارند. این نتایج پیشنهاد می‌کنند که ازن در سیستم‌های پخت می‌تواند به عنوان یک عامل اکسید کننده به کار رود. به هر حال اطلاعات در زمینه استفاده از تیمار ازن مخصوصا در تولید نان بسیار محدود است (5). ساندهو و همکاران (2011) نشان داده اند که اختلاف معنی داری بین حجم مخصوص نان تولید شده از آرد ازن زنی شده (4/5 -2 دقیقه)، نان حاصل از آردی که با 5 تا 10 درصد آرد ازن زنی شده (45 دقیقه) مخلوط گردیده و نیز نان تولید شده با آرد محتوی برومات پتاسیم وجود ندارد. لذا پیشنهاد نمودند که استفاده از ازن، صنعت آرد و نان را از برومات پتاسیم و کلرینه کردن بی نیاز می‌گرداند (15).

با توجه به عدم وجود اطلاعات در زمینه استفاده از ازن در صنعت آرد و نان ایران، این پژوهش به منظور بررسی تاثیر تیمار زمان ازن زنی بر خواص رئولوژیکی و میکروبی آردهای متداول که در تهیه نان‌های ایرانی استفاده می‌شوند طراحی گردید.

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد

آرد با درجه استخراج 82% به عنوان نمونه‌ای از آردهای ضعیف تا متوسط و آرد با درجه استخراج 88% به عنوان معیاری از آردهای قوی از کارخانه آرد گنبد تهیه و تا زمان آزمایش در سردخانه (دمای 12 درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد.

2-2- روش‌ها

2-2-1- خصوصیات کیفی آرد گندم

ترکیبات شیمیایی آرد ستاره بر اساس روش‌های استاندارد (AACC,2000) اندازه گیری شد (1). مقدار رطوبت با استفاده از روش آون به شماره 16-44 و مقدار خاکستر با استفاده از روش پایه به شماره 01-08 مورد بررسی قرار گرفت. اندازه‌گیری

[1]- Generally Recognized As Safe

[2]- b-value

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار پروتئین نیز با استفاده از روش کجلدال به شماره 12-46 انجام گرفت. همچنین مقدار چربی با استفاده از روش مصوب 10-30 و گلوتن مرطوب با روش مصوب 11-38 آنالیز گردید. عدد فالینگ نیز با استفاده از دستگاه فالینگ نامبر[1] و بر اساس دستورالعمل سازنده این دستگاه تعیین گردید.

2-2-2- اعمال تیمار ازن به نمونه‌های آرد

نمونه‌های آرد مورد آزمایش با وزن معین درون محفظه چرخان ریخته شد. ازن توسط یک دستگاه تولید کننده ازن[2] تولید گردید. سرعت جریان اکسیژن توسط یک تنظیم کننده جریان گاز تنظیم و در این آزمایش در حداکثر توانایی دستگاه قرار داده شد. غلظت ازن توسط یک دستگاه اندازه گیری ازن[3] ارزیابی گردید که در محدوده 4/8 درصد وزنی بود. پارامترهای کیفی مورد ارزیابی در این آزمایش شامل زمان تیمار دهی بود که از 0 تا 45 دقیقه تنظیم و بررسی گردید . نمای شماتیک یک سیستم اعمال تیمار ازن در شکل زیر نشان داده شده است.

2-2-3- فارینوگراف[4]

در آزمون فارینوگراف مقاومت یک خمیر در طول دوره اختلاط اندازه گیری و ثبت می‌شود. آزمون فارینوگراف بر اساس روش مصوب 21-54 (AACC، 2000) و توسط دستگاه فارینوگراف[5] برابندر انجام پذیرفت. پارامترهای جذب آب آرد (درصد)، زمان گسترش خمیر (دقیقه)، مقاومت خمیر (دقیقه)، شاخص تحمل[6] (BU) و ارزش والوریمتری، از روی منحنی فارینوگرام محاسبه گردید (1).

2-2-4- اکستنسوگراف

مقاومت به کشش خمیر و زمان مورد نیاز برای کشیده شدن آن تا رسیدن به نقطه گسیختگی به وسیله آزمون اکستنسوگرافی و روش شماره 10-54 (AACC،2000) و با دستگاه اکستنسوگراف برابندر[7] اندازه‌گیری شد.

2-2-5- شمارش میکروبی

برای شمارش میکروبی از روش فاوول و اوسو (2001) استفاده شد (6). محیط کشت پلیت کانت آگار تهیه شده و در اتو کلاو استریل گردید. در ادامه، از نمونه های مورد آزمایش توسط محلول رینگر رقت های 0/001 تهیه گردید. پس از اضافه کردن محیط کشت پلیت کانت آگار به پلیت های حاوی نمونه و تکان دادن آنها، گرمخانه گذاری در انکوباتور 30 درجه سانتی گراد به مدت 72 ساعت اعمال، کلونی ها شمارش و میانگین دو پلیت از حاصل ضرب تعداد کلونی ها در عکس رقت (1000) محاسبه گردید.

2-2-6- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های این آزمایش با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل 4×2 (دو سطح نمونه آرد و چهار سطح مدت زمان ازن‌زنی) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل ترکیبی از دو نمونه آرد (82 و 88 درصد استخراج) و زمان اعمال تیمار ازن (0، 15، 30 و 45 دقیقه) بود. جهت مقایسه میانگین ها و بررسی اثرات تیمارها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد. نرم افزارهای مورد استفاده جهت این آزمونها Minitab ver 13.1 و MstatC بودند.

3- نتایج و بحث

3-1- خصوصیات کیفی آردها

مشخصات آردهای گندم مورد استفاده به شرح جدول 3-1 می باشد. خصوصیات آرد گندم در محدوده آردهای متوسط تا قوی است که برای نان های مسطح ایرانی مناسب می باشد.

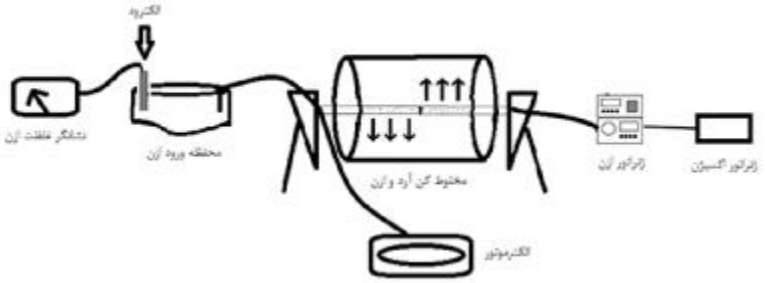
جدول 1- خصوصیات کیفی آردهای مورد استفاده در آزمون.

خصوصیات کیفی	استخراج آرد (درصد)	
	82	88
رطوبت (در صد)	10/52	11/9
پروتئین (در صد)	10/8	11/98
خاکستر (در صد)	0/79	1/12
چربی (در صد)	1/76	1/9
گلوتن مرطوب (در صد)	26/7	27/6

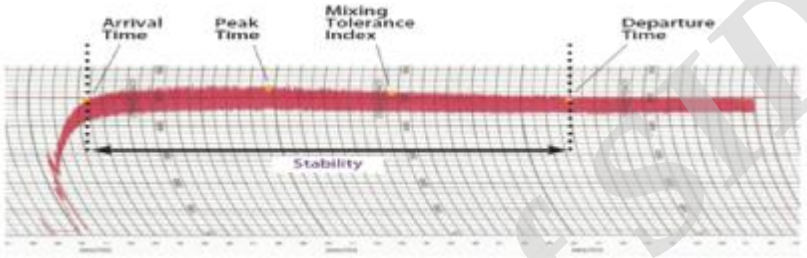
[1] - Model 1600, Hagberg, Stockholm, Germany.
[2] -Model OL80F, Ozoneservices, Burton, B.C., Canada
[3] -Model OLA-DLS
[4]- Farinograph
[5] - Model 827504, Brabender, Germany.
[6] - Mixing Tolerance Index
[7] - Model E, Brabender, Germany.

Archive of SID

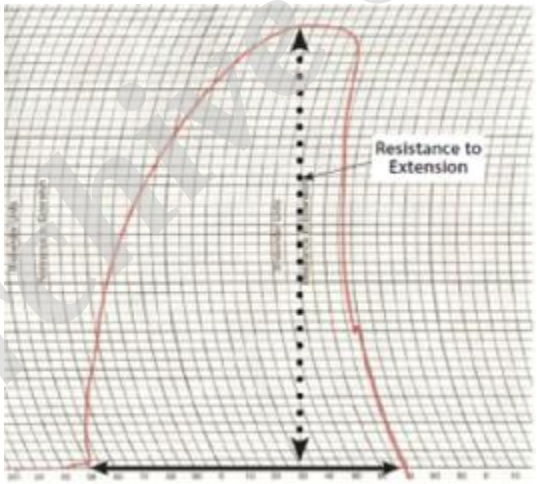
www.SID.ir



شکل 1- نمای شماتیک یک سیستم اعمال تیمار ازن.



شکل2- نمودار منحنی فارینوگراف.



شکل3- نمودار منحنی اکستنسوگرام.

Archive of SID

www.SID.ir

2-3- خصوصیات خمیر در آزمون فارینوگرافی

آزمون فارینوگراف یکی از آزمونهای بسیار رایج جهت تعیین کیفیت آرد مصرفی در جهان می باشد. نتایج بدست آمده از این آزمون جهت تعیین پارامترهای بکار رفته در فرمولاسیون، ارزیابی میزان آب مورد نیاز جهت تهیه خمیر، بررسی اثر ترکیبات بر روی خصوصیات مرحله اختلاط، ارزیابی مواد مورد نیاز جهت اختلاط آرد و در نهایت بررسی یکنواخت بودن آرد مصرفی کاربرد دارد. معمولا نتایج بدست آمده از این روش برای پیش بینی اثرات فرایند از جمله اهمیت زمان مخلوط کردن جهت رسیدن بهتر خمیر، تحمل دوره اختلاط بیشتر و قوام خمیر در طول فرایند تولید مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین نتایج حاصل از این دستگاه می تواند جهت تشخیص ویژگی های بافتی محصول نهایی مفید واقع شود. به عنوان مثال سفتی خمیر در طی زمان مخلوط کردن، تاثیر زیادی بر بافت محصول نهایی دارد و هر چقدر سفتی بافت یک محصول بیشتر باشد خمیر حاصل از آن نیز احتمالا سفت تر بوده است. نتایج خصوصیات رئولوژیکی نمونه های آرد در اثر اعمال تیمار ازن در آزمون فارینوگرافی، در جدول 3-2 نشان داده شده است. جذب آب مقدار آبی را نشان می دهد که آرد جذب می کند تا به قوام 500 برابندر برسد. جذب آب در نمونه آرد ضعیف در زمان های بیش از 30 دقیقه، حدود 4% و به طوری معنی دار افزایش یافت؛ در حالی که در آرد قوی، تاثیر معنی داری نداشت. حسنی (1994) بیان نموده است که تشکیل پیوندهای دی سولفیدی جدید در حضور یک عامل اکسید کننده، استحکام خمیر را علیرغم پایداری بالا و درجه نرم شدن پائین، افزایش می دهند (9). به طور مشابه، شکستن پیوندها موجب تضعیف خمیر و در نتیجه کاهش پایداری و افزایش درجه نرم شدن می گردد (2). از آنجا که ازن نیز یک عامل اکسید کننده تلقی می شود، لذا تشکیل پیوندهای دی سولفیدی به واسطه طبیعت آن انتظار می رود. زمان گسترش خمیر، فاصله زمانی بین افزودن آب و ماکزیمم قوام خمیر است. این پارامتر در نمونه های آرد ضعیف به طور معنی داری کاهش یافت اما در نمونه های آرد قوی تاثیر معنی داری نداشته است. پایداری خمیر فاصله زمانی را نشان می دهد که قوام خمیر در محدوده 500 برابندر قرار دارد. نتایج نشان داد با افزایش زمان ازن زنی، پایداری خمیر در آردهای ضعیف به طور معنی داری افزایش یافت در حالی که تاثیر معنی داری بر آردهای قوی نداشت. شاخص مقاومت خمیر در نمونه های آرد ضعیف و در تیمارهای بالاتر از 30 دقیقه، کاهش معنی داری نشان داد که این تغییرات نسبت به نمونه شاهد 8 تا 14 درصد بود. از طرفی، در نمونه های آرد قوی تنها یک کاهش 17 درصدی در زمان 30 دقیقه مشاهده گردید. ساندهو و همکاران (2011) نیز نتایج مشابهی بدست آورده و نشان داده اند که افزایش استحکام خمیر در اثر تیمار ازن به علت افزایش مقدار پروتئین های پلیمری نامحلول بوده که استحکام خمیر را افزایش می دهند (15).

3-3- خصوصیات خمیر در آزمون اکستنسوگرافی

نتایج خصوصیات رئولوژیکی نمونه های آرد در اثر اعمال تیمار ازن در آزمون اکستنسوگرافی، در جدول 3-3 نشان داده شده است. اکستنسوگراف اطلاعاتی در مورد خصوصیات ویسکوالاستیک خمیر به ما می دهد. ترکیبی از کشش پذیری خوب و مقاومت به کشش بالا، خمیری با خصوصیاتی مطلوب به ما می دهد. عوامل احیاکننده به منظور بهبود خواص آردها در تولید نان به کار می روند. اکسیدکننده ها کشش پذیری را کاهش می دهند اما مقاومت به کشش را افزایش می دهند (9). در این پژوهش، تیمار ازن تاثیر معنی داری بر آرد قوی نداشت. تنها پارامتری که تحت تاثیر قرار گرفت، کشش پذیری در زمان های بیش از 30 دقیقه بود و به میزان 11 تا 15 درصد کاهش یافت که مرتبط با خاصیت احیاکنندگی ازن می باشد. ایبانگلو (2002) گندم های نرم و سفت را با آب ازندار مشروط نمود و نتایج مشابهی را گزارش نمود (10).

4-3- آزمون میکروبی

آردهای مورد بررسی تحت تیمار ازن قرار گرفت و نتایج حاصل از آزمون میکروبی بر حسب تعداد کل میکروبها در جدول 3-4 نشان داده شده است. در آرد ضعیف تنها زمان های بالاتر از 45 دقیقه توانست تعداد میکروبها را کاهش دهد در حالی که در آردهای قوی مقادیر 30 دقیقه نیز تاثیر معنی داری در کاهش این تعداد از خود نشان داده است. به نظر می رسد به علت بار میکروبی بالاتر آرد قوی، حساسیت آن را نسبت به ازن افزایش داده است. بنابراین ازن به طور موفقیت آمیزی در کاهش جمعیت میکروبی می تواند به کار برده شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 2- خصوصیات فارینوگرافی نمونه های آرد در اثر ازن زنی.

پارامتر	زمان ازن زنی در آرد ضعیف (دقیقه)				زمان ازن زنی در آرد قوی (دقیقه)			
	0	15	30	45	0	15	30	45
جذب آب (%)	^{b}61/8	^{b}62/2	^{a}64/3	^{a}64/5	^{a}81/0	^{a}81/5	^{a}81/8	^{a}81/7
زمان گسترش خمیر (دقیقه)	^{a}6/8	^{b}5/8	^{bc}6/0	^{c}4/0	6/8^{a}	^{a}6/9	^{a}7/0	^{a}6/8
پایداری (دقیقه)	^{c}6/0	^{ab}6/3	^{b}7/2	^{a}8/6	^{a}4/6	^{a}4/7	^{a}4/7	^{a}4/8
شاخص تحمل خمیر (BU)	^{a}102	^{a}105	^{b}87	^{b}94	^{a}180	^{a}180	^{b}150	^{a}170

اعداد با حروف متفاوت در هر سطر در مورد هر نوع آرد، از لحاظ آماری اختلاف معنی دار دارند ($P < 0/05$).

جدول 3- خصوصیات اکستنسوگرافی نمونه های آرد در اثر ازن زنی.

پارامتر	زمان ازن زنی در آرد ضعیف (دقیقه)				زمان ازن زنی در آرد قوی (دقیقه)			
	0	15	30	45	0	15	30	45
کشش پذیری (میلیمتر)	^{a}151	^{a}150	^{b}135	^{b}129	^{a}150	^{a}152	^{a}154	^{a}155
حداکثر کشش (برابندر)	^{a}668	^{a}705	^{a}709	^{a}849	^{a}668	^{a}710	^{a}600	^{a}600

اعداد با حروف متفاوت در هر سطر در مورد هر نوع آرد، از لحاظ آماری اختلاف معنی دار دارند ($P < 0/05$).

جدول 4- شمارش میکروبی نمونه های آرد در اثر ازن زنی.

پارامتر	زمان ازن زنی در آرد ضعیف (دقیقه)				زمان ازن زنی در آرد قوی (دقیقه)			
	0	15	30	45	0	15	30	45
کل میکروارگانیسم ها (لگاریتم کلونی ها در هر گرم ماده خشک)	^{a}4/07	^{a}4/0	^{a}4/01	^{b}3/9	^{a}4/35	^{a}4/33	^{b}3/92	^{b}3/9

اعداد با حروف متفاوت در هر سطر در مورد هر نوع آرد، از لحاظ آماری اختلاف معنی دار دارند ($P < 0/05$).

محققان دیگر نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند. ایبانگلو (2002) که برای شستن گندم از آب ازنه استفاده کرده بود، نتایج کشندگی مشابهی را مشاهده نمود (10). نایتو و تاکاهارا (2006) نیز کاهش جمعیت میکروبی را در محصولات غلات گزارش نمودند (14). ازن یک عامل اکسید کننده قوی و بسیار خورنده در برابر گونه های ارگانیسم های مختلف شامل باکتریها، ویروسها و پروتوزوآها می باشد. در باکتریها، باعث صدمه به غشاء سلول و در نتیجه شکستن و تخریب آنزیم ها می شود و همچنین روی اسیدهای نوکلئیک اثر می کند. برینگمان (1954) اشاره نمود که ازن میکروارگانیسم ها را بواسطه واکنش اکسیداسیون غیر فعال می سازد (4). به عبارت دیگر ازن اجزاء حیاتی سلول را توسط اکسیداسیون پیشرو و تصاعدی نابود می کند و سطح سلول باکتری ها به عنوان هدف مقدماتی حمله ازن معرفی شده است (8). می‌توان گفت که تفاوت در تاثیر ازن بر روی میکروب های مختلف به علت اختلاف در ترکیبات دیواره سلولی، سیتوبلاسم، غشا یا ممبران این باکتریها و حساسیت های متفاوتی است که هر باکتری به ازن نشان می دهد (12، 14).

Archive of SID

www.SID.ir

4- نتیجه گیری

استفاده از ازن به عنوان یک اکسید کننده تاثیر معنی داری بر خواص رئولوژیکی خمیر آردهای قوی نداشت و تنها در آردهای قوی به عنوان عامل کاهش دهنده جمعیت میکروبی می تواند بکار رود. در آردهای ضعیف، با افزایش زمان اعمال تیمار ازن، جذب آب و پایداری افزایش اما شاخص تحمل، زمان گسترش، کشش پذیری و جمعیت میکروبی کاهش یافت. از آنجا که عدم یکسان بودن آردهای تولید شده، یکی از مشکلات کارخانجات تولید نان و واحدهای نانوایی می باشد؛ لذا با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش با اعمال 30 دقیقه ازن به نمونه های آرد خواص رئولوژیکی مطلوبی بدست آمده و جمعیت میکروبی کاهش یافت.

در رابطه با این پژوهش پیشنهاداتی به شرح ذیل ارائه می گردد: با توجه به عدم تاثیر ازن بر خواص رئولوژیکی خمیر، در آردهای قوی به عنوان عامل کاهش دهنده جمعیت میکروبی می توان از آن استفاده کرد. در طرح های آتی، تاثیر تیمار ازن بر کیفیت و ماندگاری نان بررسی گردد. بهتر است ترکیب تیمار ازن با افزودنی ها و سایر عوامل اکسیدکننده مورد بررسی قرار گیرد.

5- منابع

1- AACC International. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th Ed. Am. Assoc. *Cereal Chem*., Inc.: St. Paul, MN.

2- Ainsworth, P. 1994. Chemistry of flour and bread. Nutrition and Food Science, 3, 22–24.

Bloksma, A. 1972.3- The relation between the thiol and disulfide contents of dough and its rheological properties. *Cereal Chem*, 49, 104-118.

3- Bringmann, G. 1954. Determination of the Lethal Activity of Chlorine and Ozone on E. coli. *Z. f., Hygiene*. 139:130-139.

4- Chittrakorn, S. 2008. Use of ozone as an alternative to chlorine for treatment of soft wheat flours. Kansas State University.

Fawole M.O., and Oso B.A. 6- 2001. Laboratory Manual in Microbiology. 3rd ed., Spectrum Books Ltd., Ibadan.

5- FDA 1982. GRAS status of ozone. Fed. Reg. 47:50209–50210.

8- Giese, A.C., and Christensen, E. 1954. Effects of Ozone on Organisms. *Physiol Zool*. 27:101.

6- Hoseney, R. C. 1994. Principles of cereal science and technology: *American Association of Cereal Chemists (AACC)*.

7- Ibanoglu, S. 2002. Wheat washing with ozonated water: Effects on selected flour properties. *Int. J. Food Sci. Technol.* 37(5):579-584.

8- Kaya, F. F., and Topaktas, M. 2007. Genotoxic effects of potassium bromate on human peripheral lymphocytes in vitro. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 626(1-2), 48-52.

9- Llorca, I., and Pascual, A. 2007. Ozone in food industries for reducing the environmental impact of cleaning and disinfection activities. *Trends in Food Science & Technology*, 18: 29-35.

10- Naito, S. 1990. Studies on utilization of ozone in food preservation. Part VII. Effect of ozone treatment on the rheological properties of wheat flour. *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol*. 37(10):810-813.

11- Naito, S., and Takahara, H. 2006. Ozone Contribution in Food Industry in Japan. *Science & Engineering*, 28:6,425 – 429.

12- Sandhu, H. P. S., Manthey, F. A., and Simsek, S. In press. Quality of bread made from ozonated wheat (Triticum aestivum L.) flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.

13- Yamada, Y., and Preston, K. 1992. Effects of individual oxidants on oven rise and bread properties of Canadian short process bread. *Journal of Cereal Science*, 15(3), 237-251.

Archive of SID

www.SID.ir