تاثیر امواج فراصوت بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان حاصل از گندم سن زده

زهرا شیخ الاسلامی[1*]، سید علی مرتضوی[2]، هاشم پورآذرنگ[2]، مهدی نصیری محلاتی[2]

1-عضو هیات علمی بخش فنی مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
2- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(تاریخ دریافت: 87/10/18 تاریخ پذیرش:88/4/14)

چکیده

گلوتن گندم عامل اصلی موثر بر خواص عملکردی خمیر از جمله کشش پذیری، مقاومت بـه کـشش و اسـتحکام خمیـر اسـت. قدرت گلوتن وابسته به مقدار پروتئین و ترکیب پروتئین است. عوامل مختلفی خصوصیات گلوتن را تحت تاثیرقرار می دهند. از جمله آنها می توان به حشره سن اشاره کرد که به دانه گندم نارس حمله می کند. پروتئاز موجود در بزاق حشره سـن در آرد تهیـه شده از گندم آسیب دیده توسط سن باقی ماند و به خمیر منتقل شده و گلوتن را هضم کرده و خمیر چسبنده و شل ایجاد کـرده و کیفیت نان حاصل را کاهش می دهد. اثرامواج فرا صوت در شدت ها و مدت زمان های مختلف بعنوان مکانیسم مناسب از بین بردن آنزیم پروتئاز، برخصوصیات رئولوژیک خمیر تهیه شده از آرد گندم های سن زده بررسی شد. نتایج نشان داد که امواج فرا صوت با شدت 70 درصد در زمان 5 دقیقه بهترین اثر را در حفظ خصوصیات رئولوژیکی خمیر دارد. اعمال صوت، جـذب آب آرد، ثبـات خمیر، کشش پذیری و مقاومت به کشش خمیر را بهبود بخشید. رنگ نان حاصل از آرد گندم سن زده تیمار شده با امواج فرا صوت سفیدتر و خواص ظاهری و بافت نان حاصل بهتر بود. حجم مخصوص نان تهیه شده از این آرد نیز در مقایسه با شاهد به طرز معنی داری افزایش یافت.

کلید واژگان: سن گندم، خمیر، امواج فرا صوت ، نان،کیفیت

1-مقدمه

نان اصلی ترین فراورده تولیدی از گندم است. گندم از اجزا و ترکیبات مختلفی تشکیل شده است. اما ترکیب عمده ای که گندم را از سایر غلات متمایز می نماید، بخش گلوتن است که دلیل اصلی رفتار و ویسکوالاستیک خمیر و نان حاصل از گندم می باشد. عوامل مختلفی می توانند برخصوصیات گلوتن گندم تاثیر گذاشته و آن را از وضعیت متعادل خارج ساخته و خواص کاربردی آن را مختل نماید.یکی از مهمترین عوامل برهم زننده ساختمان گلوتن، آسیب دیدن گندم با آفات، و در این میان مهمترین آنها حشره سن است که در خاورمیانه، حوزه دریای مدیترانه، اروپای شرقی و شمال آفریقا به یک معضل تبدیل شده است [1،2].

* مسئول مکاتبات: shivasheikholeslami@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

گونه های سن از قبیل یوروینتی کرسپس[1]،یوروگاستر[2] وآلیا[3] در اروپا وخاور میانه و شمال آفریقا و نیسیوس[4] در نیوزلند، به بوته گندم حمله کرده و دانه های نرسیده را سوراخ می کنند و همراه بزاق خود آنزیم پروتئولیتیکی وارد گندم می نمایند که پروتئین را تخریب می کند و مانع از تشکیل گلوتن قوی می شود[3]. تحقیقات متعددی در مورد تاثیر آنزیمهای پروتئولیتیک سن بر پروتئینهای گندم انجام شده است. نتایج دلالت بر این دارد که پروتئین های گلوتن به ویژه گلوتنین با وزن مولکولی بالا[5] به شدت تحت تاثیر پروتئاز سن قرار می گیرند، ولی پروتیینهای گلوتنین با وزن پایین[6] کمتر تحت تاثیر هستند. همچنین گلیادین نسبت به پروتئاز سن مقاوم تر است و در اثر تاثیر پروتئاز نسبت گلوتنین به گلیادین تغییر می کند[4].چنانچه بیش از 5 درصد دانه های گندم سن زده باشد، از آن خمیری شل و بی قوام بدست می آید که مقاومت کمی در برابر مخلوط شدن نشان می دهد و به سختی قابل حمل و نقل است و نهایتاً نان حاصل حجم کمتر و خواص حسی ضعیف (بافت، رنگ، رایحه، مزه) دارد و از نظر شکل غیر عادی است[5]. روشهایی که برای بهبود و اصلاح خسارت نان حاصل از این گندم ارایه و پیشنهاد شده است، عمدتاً مبنی بر جداسازی گندم های آسیب دیده از سالم است. همچنین ایجاد پیوندهای سولفوره جدید در گندم های آسیب دیده که باعث تثبیت پروتئینها می شود، چرا که کاهش خواص عملکردی پروتئین رابطه نزدیکی با پایداری ساختمانی آن دارد. تشکیل پیوند عرضی بین پروتئینهای گندم باعث بازیافت قدرت شبکه گلوتنی و متعاقباً بهبود خواص نانوایی گندم های آسیب دیده می شود. استفاده از بهبود دهنده ها یک راه کار برای حل این مشکل است. همچنین استفاده ازصمغ ها بعنوان بهبود دهنده خواص پخت گندم های سن زده در تحقیقی توسط نگارندگان این مقاله بررسی گردید.راهکارقابل بررسی دیگر، از بین بردن آنزیم پروتئاز حاصله از سن است. تاثیر امواج فراصوت بر غیر فعال سازی آنزیم های مختلف در منابع فراوان ذکر گردیده است. امواج فراصوت به امواج با فرکانس بیش از 18 کیلو هرتز اطلاق می شود که توسط انسان قابل شناسایی نیستند. این امواج با شدت بالا توسط مکانیسمی به نام کاویتاسیون یا جوشیدن سرد بر مواد غذایی تاثیر گذارهستند[6] . از امواج فراصوت قوی می توان در برش دادن، پوست گیری، انهدام سلول ها، استخراج، تسریع تخمیر میکروبی، امولسیون کردن، هموژنیزه کردن، مخلوط کردن،کریستالیزاسیون، غیر فعال کردن آنزیمها، از بین بردن میکروگانیسم ها وغیره استفاده کرد[7]. برای از بین بردن آنزیم ها می توان از روش های حرارتی استفاده کرد، اگر چه این عمل به راحتی قابل اجرا است، اما همیشه به دلیل ملاحظات کیفی قابل استفاده نیست بعنوان مثال حرارت بالا موجب غیر فعال شدن ساختمان ویسکوالاستیک گلوتن می شود به همین دلیل امروزه علاقه به جایگزینی حرارت با روشهای دیگر برای غیر فعال کردن آنزیم ها افزایش پیدا کرده است. یکی از این راه حل ها جایگزینی امواج فراصوت بالای 20 کیلو هرتزاست.این امواج اثرات خود را از طریق کاویتاسیون می گذارند.کاویتاسیون شامل تشکیل،رشدوترکیدن حباب های ریز ایجاد شده در مایع ناشی از عبور صوت است. این الگو می تواند باعث غیر فعال شدن آنزیم از طریق سه مکانیسم گردد که ممکن است به صورت انفرادی یا توام اثر کنند. اولین مکانیسم صرفا حرارتی است که به دلیل افزایش حرارت حاصل از کاویتاسیون می باشد،دومین اثر به دلیل ایجاد رادیکال های آزاد ناشی ازتجزیه صوتی آب است ومکانیسم سوم به علت نیروی برشی ایجاد شده توسط امواج وشوک است[8]. در تحقیقی تاثیر این امواج در پایداری آنزیم ها بررسی شد، نتایج نشان داد که مقاومت و پایداری آنزیم ها در مقابل صوت متفاوت است. به طوری که آلکالین فسفا تاز بیشترین

1. Eurintigiceps
2. Eurygaster
3. Aelia
4. Nysius
5. HMW
6. LMW

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

پایداری (100%)، بتاگالاکتوزیداز (85%)، لاکتیک دهیدروژناز(81%)، مالات د هیدروژناز(66%)، الکل دهیدروژناز(44%)، گلوکز 6- فسفات دهیدروژناز(29%) پایداری در مقابل امواج فراصوت نشان دادند. با افزایش قدرت صوت (شدت صوت) کاهش فعالیت آنزیم ها بیشتر می شود[9]. تاثیر امواج فراصوت بر 2 آنزیم پروتئولیتیک و 2 آنزیم لیپولیتیک بررسی شد [10]. نتایج نشان داد که غیر فعال سازی پروتئازها توسط صوت به شدت تحت تاثیر درجه حرارت است. همچنین در مورد آنزیم های لیپولیتیک غیر فعال شدن بستگی به ساختمان مولکولی، اندازه و محیط تیمار دارد. براون و همکاران تاثیر امواج فراصوت را بر غیر فعال سازی آنزیم ها بررسی نمودند. آنزیم کاتالاز کمترین تاثیر را پذیرفته بود اما الکل دهیدروژناز ولیزوزیم هر دو پس از اعمال صوت غیر فعال شده بودند. میزان غیر فعال شدن آنزیم با غلظت پروتئین رابطه عکس دارد. حضور استیل ضد زنگ در تجهیزات اعمال صوت باعث تسریع غیر فعال سازی آنزیم ها می شود. این محققان مکانیسم غیر فعال سازی آنزیم ها را به جای شیمیایی بیشتر مکانیکی دانستند[11]. تاثیر امواج فراصوت بر فعالیت کاتالیتیکی و ساختمان آنزیم بوتیریل کلولاین استراز (موجود در آنزیم پلاسما) بررسی شد. نتایج نشان داد که اگر زمان در معرض قرار گرفتن با امواج، کوتاه باشد، جایگاه فعال آنزیم صدمه می بیند و فعالیت آن قدری کندتر می شود. اما اگر زمان طولانی تر شود باعث غیر فعال شدن آنزیم می شود. این آنزیم در مقابل امواج فراصوت بسیار مقاوم است[12]. تاثیر امواج فراصوت برفعالیت پروتئولیتیکی پروتئازهای سرین نشان داد که فعالیت این آنزیم ها در اثر اعمال فرآیند صوت (26/4 kHz) کاهش چشمگیری پیدا می کند[13] .برای غیر فعال سازی آنزیم فسفو لیپاز(A2) که نسبت به حرارت بسیار مقاوم است. از فرایند توام اعمال صوت با حرارت استفاده شد[14] .

با توجه به بررسی های انجام شده در منابع، مشخص شد که علت اصلی تضعیف گلوتن گندم و بر هم خوردن خواص کیفی نان حاصل، در نتیجه حمله حشره سن و تزریق آنزیم پروتئازآن به داخل آرد حاصل از این گندم هاست. بنابراین یکی از راهکارهای حفظ کیفیت چنین آردهایی ازبین بردن آنزیم پروتئاز است. همانطور که در منابع اشاره شده است امواج فراصوت روش مناسبی برای از بین بردن آنزیم هاست. در ضمن بررسی منابع انجام شده منبعی که تاثیر امواج فراصوت را بر حفظ و یا بهبود خواص نانوایی آرد حاصل از گندم سن زده بررسی کرده باشد یافت نشد. به این منظور در این تحقیق امواج فراصوت در شدت ها و زمانهای مختلف بر گندم سن اعمال شده و تاثیر این عوامل بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر حاصل وخصوصیات نان مربوطه بررسی و گزارش شد.

2- مواد و روش ها

2-1- مواد مورد استفاده

گندم سن زده از واریته الوندکه 10% آلودگی به سن داشت وگندم سالم از همین واریته از سیلوی شماره 3 مشهد نمونه برداری شد. نمونه ها در انبار خنک 15 درجه سانتی گراد در شرایط خشک تا زمان آزمایش نگهداری شد.

مخمر مورد استفاده از نوع خشک فعال بود که از شرکت ایران ملاس تهیه گردید.

سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در تحقیق مرک بودند.

مواد جزئی شامل روغن و نمک که در تهیه نان استفاده شد از مواد موجود در بازار تهیه گردید.

2-2- روش ها

2-2-1- روش تهیه آرد از گندم سن زده

نمونه های گندم پس از مشروط کردن توسط آسیاب آزمایشگاهی غلطکی ساخت کشور سوئد (Laupen863) تبدیل به آرد شد، آرد حاصل از الک با اندازه منافذ 500 میکرون عبور داده شد، درجه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

استحصال آرد تولیدی از گندم سن زده وگندم سالم در آزمایشات 75 درصد بود.

2-2-2- روش اعمال امواج فراصوت

برای اعمال امواج فراصوت از یک دستگاه تولید کننده امواج فراصوت UP 200 H[1] ساخت شرکت هلشر[2] آلمان استفاده شد. این دستگاه نوسانات مکانیکی طولی با فرکانس 24000 سیکل در ثانیه (24 KHZ) تولید می کند. سونوترود[3] آن از جنس آلیاژ تیتانیوم بود. بزرگی نوسان[4] بطور مداوم قابل تنظیم بود. علاوه بر این، امکان ایجاد پالس در دستگاه قابلیت تنظیم قطع و وصل شدن اعمال صوت را میسر می کند. با کوچکتر شدن نوک سونوترود قدرت صوتی ساطع شده کمتر، اما بزرگی ودانسیته انرژی بیشتر می شود. بنابراین قابلیت کاویتاسیون افزایش می یابد.سونوترود مورد استفاده در این تحقیق مدل S3 انتخاب شد که حداکثر عمق قابل نفوذ آن 90 میلی متر، قطر آن 3 میلی متر و حداکثر بزرگی که ایجاد می کند 210 µm و حداکثر دانسیته قدرت صوتی برابر 460 w/cm^2 بود.

برای بررسی تاثیر اعمال امواج فراصوت، از طرح فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده گردید به این ترتیب که فاکتور اول درصد بزرگی صوت(0، 50،70،90 درصد)، فاکتور دوم زمان اعمال امواج فراصوت (0 ،1 ،3 ،5دقیقه) بود.

برای هر آزمایش 10 گرم دانه گندم به دقت توزین شده در یک بشر حاوی 80 میلی متر آب مقطر ریخته شد و صوت دهی شد. لازم به ذکر است که در حین صوت دهی برای جلوگیری از تشکیل امواج ایستا مرتباً دانه ها در درون بشرتوسط شیکر تکان داده شدند.

جهت تهیه خمیر و پخت نان از دستگاه خمیر گیر مارپیچی ساخت ایتالیا و فر آزمایشگاهی گردان دقیق و قابل کنترل ساخت کشور ایتالیا استفاده گردید. نان بروتشن قالبی به وزن چانه 90 گرم پخت شد.

آزمایشات رئولوژیکی خمیر توسط دستگاه های فارینوگراف برابندر 300 گرمی مطابق روش AACC 54-21 واکستنسوگراف برابندر با روش AACC54-10 انجام شد[15].

ارزیابی بافت نان با استفاده از دستگاه بافت سنج (Texture analyzer) مدل CNS Farnell انجام شد .به این منظور مطابق دستور العمل دستگاه بخش های مشابه از نمونه نان تهیه شده از تیمارهای آزمایش (از نظر ضخامت ویکنواختی سطح) زیر پروب با قطر 10 میلی متر و بر روی یک صفحه دارای سوراخی به قطر کمی بیشتر از قطر پروب قرار گرفت ونیروی مورد نیاز برای برش خوردن نان بعنوان سفتی ومیزان نفوذ پروب در نان تا جدا شدن بعنوان کشش پذیری نان ثبت شد.سرعت حرکت پروب 60 میلیمتر در دقیقه بود وعلاوه بر این ویژگی چسبندگی مغز نان نیز از نتایج ارائه شده توسط دستگاه بدست آمد [16].

آزمایشات رطوبت خاکستر و پروتئین آرد اولیه مطابق روشهای AACC انجام شد و برای اندازه گیری میزان گلوتن آن از آزمون استاندارد AACC38-11 استفاده شد و دستگاه مورد استفاده دستگاه گلوتن شور و اندازه گیری گلوتن ایندکس Swantech ساخت کشور فرانسه بود[15].

جهت آزمایشات ارزیابی حسی از روش امتیاز دهی هدونیک 5 نقطه ای که خصوصیاتی از قبیل رنگ پوسته، ظاهر پوسته، بافت، عطر ، طعم و ظاهر منحنی را شامل می شود استفاده شد. جهت انتخاب داوران از آزمون مثلثی مطابق روش گاسولا وهمکاران استفاده شد[17].

همچنین جهت تعیین بیاتی از روش ارزیابی حسی مطابق روش AACC استفاده شد[15].

برای آنالیز واریانس و مقایسه میانگین از نرم افزار Mstatc استفاده شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح 5% انجام گرفت. در مرحله بعد با نرم افزار Slide write منحنی های سه بعدی و خطی برای میانگین داده ها بر اساس مدل ترسیم گردید.

1. Ultrasonic processor
2. Hielscher
3. Sonotrode
4. Osillation amplitude

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

جدول 1 ترکیب نمونه آرد سن زده مورد استفاده در آزمایش درمقایسه با آرد سالم*

نوع آرد	رطوبت%	خاکستر%	پروتئین%	عدد فالینگ(ثانیه)	گلوتن مرطوب%	گلوتن ایندکس
آرد سن زده	11/5	0/44	13/5	662	23/5	59/6
آرد سالم	12	0/49	14	637	28/1	79

*اعداد جدول میانگین سه تکرار می باشند.

جدول 2 تاثیر شدت ومدت زمان اعمال صوت بر خواص رئولوژیک خمیر حاصل از گندم سن زده*

شدت صوت (%)	زمان اعمال صوت (دقیقه)	جذب آب (%)	استحکام خمیر (دقیقه)	زمان مخلوط کردن (دقیقه)	ارزش والریمتری	کشش پذیری بعد از 90 دقیقه(میلیمتر)	مقاومت به کشش بعد از 90 دقیقه (واحد برابندر)	سطح زیر منحنی بعد از 90 دقیقه (میلیمتر مربع)	نسبت مقاومت به کشش پذیری بعد از 90 دقیقه
0	0	57	3/3	2/3	37	44	150	1121	3/40
	1	57	3/57	2/37	38	49/17	180	1368	3/66
50	3	57/33	3/67	2/4	41	58/60	190	1560	3/24
	5	57/67	3/7	2/53	42	57/87	202/7	1841	3/44
	1	56/5	3/83	2/57	44	63/03	230	2490	3/64
70	3	56/5	3/87	2/73	44	65/33	240	2381	3/67
	5	58/17	3/8	2/73	43	66/67	255	2319	3/83
	1	58	3/8	2/93	43/67	67/33	253/3	2525	3/77
90	3	58/03	3/67	2/73	43/67	81	258/3	2485	3/18
	5	57/37	3/65	2/7	44	84/33	259/7	2337	3/07
LSD		1/5	0/12	3/43	1/683	3/14	52/148	118/2	0/25

*اعداد جدول میانگین سه تکرار می باشند.

جدول 3 تاثیرامواج فراصوت در شدت و مدت زمان متفاوت بر خصوصیات حسی وارگانولپتیک نان حاصل از آردگندم سن زده

شدت صوت (%)	اعمال صوت (دقیقه)	رنگ پوسته (1-5)*	عطر (1-5)	بافت (1-5)	رنگ مغز (1-5)	ظاهرعمومی (1-5)	بیاتی (روز اول) (1-6)	بیاتی (روز دوم) (1-6)	بیاتی (روز سوم) (1-6)
0	0	1/5	3/500	1/75	2/75	1/5	3/25	2/75	2/75
	1	2/5e	3/750a	2/75e	3/25b	2/25cd	3/500rcd	3/25bcd	3/25bcd
50	3	3/5abcd	3/500a	3/75abc	3/25b	2/75bc	4/250abc	4/00ab	4/00ab
	5	3/75abc	3/750a	3/75abc	3/5ab	3/25ab	4/750ab	4/00ab	3/75abc
	1	3/5abcd	4/00a	3/50bcde	3/25b	3/25ab	3/500rcd	3/00cd	3/00abcd
70	3	4a	4/00a	3/75abc	3/75a	3/50ab	4/250abc	4/25a	4/25a
	5	3/75abc	4/00a	4/25a	4/00a	4/00a	4/750ab	4/50a	4/25a
	1	3/25bcde	4/00a	3/50bcde	3/25b	3/25ab	4/250abc	4/00ab	3/75abc
90	3	4/25a	3/75a	3/50bcde	3/5ab	3/50ab	3/750abcd	3/25bcd	3/00abcd
	5	4/25a	3/75a	2/75e	4/00a	3/25ab	3/50rcd	3/00cd	3/25bcd

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح 5 درصد است.

*داده های جدول امتیازات داده شده توسط داوران هستند که دامنه آنها بین 1 تا 5 و1 تا 6 بوده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

3- نتایج وبحث

3-1- خصوصیات آرد شاهد وآرد گندم سن زده

در اولین مرحله آرد حاصل از گندم سن زده مورد ارزیابی قرار گرفت تا بتوان خصوصیات آن را با آرد گندم سالم مقایسه کرد نتایج در جدول 1 خلاصه شده است .همانطور که مشاهده می شود درصد پروتئین در آرد حاصل از گندم سن زده نمی تواند شاخص مناسبی باشد چون با آردهای معمولی تفاوت چندانی ندارد. اما آنچه مهم است مقدار گلوتن مرطوب و گلوتن ایندکس است که می تواند به عنوان یک معیار جهت تشخیص آسیب دیدگی آرد استفاده شود و با افزایش درصد خسارت سن به مغزدانه مقدار آنها کاهش می یابد[5].

3-2- تاثیر شدت و مدت زمان اعمال صوت بر خواص رئولوژیک خمیر حاصل از آردگندم سن زده

جدول 2 تاثیر متقابل شدت امواج فراصوت و مدت زمان اعمال صوت را بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر حاصل از آردگندم سن زده نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود اعمال صوت با شدت 70 درصد و مدت زمان 5 دقیقه سبب افزایش جذب آب آرد شده است.اما این اختلاف معنی دار نیست چراکه جذب آب آرد بیشتر متاثر از میزان فیبر است تا میزان پروتئین[18]. البته پس از اعمال صوت این عامل دستخوش تغییر می شود که این تاثیر را می توان در نتیجه غیر فعال شدن پروتئاز بر اثر امواج فراصوت دانست. در واقع همانطور که در منابع عنوان می شود افزایش قدرت گلوتن یا بعبارتی عدم تضعیف شبکه گلوتنی توسط آنزیم پروتئاز می تواند علت این مسئله باشد. این واقعیت در رابطه با پارامتر استحکام خمیر، ارزش والریمتری و تا حدودی زمان مخلوط کردن هم مصداق دارد و در واقع بهترین شدت و زمان صوت دهی برای رسیدن به خواص فارینوگرافی خمیر نسبت به سایر تیمارها زمان 5 دقیقه وشدت 70 درصد است.

البته همانطور که ملاحظه می شود اعمال امواج شدید 90 درصد در زمانهای طولانی اثر معکوس دارد که این امر را به تخریب شبکه گلوتنی به خصوص توسط اعمال صوت شدید نسبت می دهیم.خان و همکاران بر تاثیر مخرب صوت بر گلوتنین های با وزن مولکولی بالا وشکسته شدن آنها به واحد های کوچکتر اشاره نمودند [19] .

خمیر سیالی ویسکوالاستیک است که میزان کشش پذیری بیانگر عنصر ویسکوز ومقاومت خمیر دربرابر کشش بیانگر عنصر الاستیک است، همچنین خواص ویسکوز خمیر را به گلوتنین وخواص الاستیک آن را به گلیادین نسبت می دهند [20]. با بررسی نتایج جدول 2 مشخص می شود با افزایش شدت و زمان اعمال صوت کشش پذیری ومقاومت خمیر در برابر نیروی کششی افزایش می یابد. این نتایج را می توان این گونه تفسیر کرد که با افزایش شدت و زمان اعمال صوت به دلیل از بین رفتن تاثیر منفی پروتئاز بر شبکه گلوتنی مقاومت ماکزیمم وکشش پذیری بطور همنواخت افزایش پیدا کرده و در واقع خمیر قوی تر شده است . بهترین شدت و زمان اعمال صوت که بتواند تعادل مناسبی بین کشش پذیری و مقاومت در برابر کشش ایجاد نماید شدت 70 درصد به مدت 5 دقیقه و 90 درصد به مدت 1 دقیقه است. ورست وهمکاران نیز بر غیر فعال شدن پروتئاز توسط امواج فراصوت صحه گذاشته اند[10].

اعمال شدت صوت 90 درصد در زمان طولانی باعث افزایش مقاومت به کشش در خمیر به نسبت بیشتر از افزایش کشش پذیری می شود که این مسئله در عدد نسبت در جدول 2 مشاهده می شود، درواقع تعادل کشش پذیری و مقاومت در برابر کشش بر هم می خورد که حاصل آن خمیری باکشش پذیری کم وسفت خواهد بود.همچنین در جدول2 مشاهده می شود بیشترین مقدار انرژی و در واقع قدرت خمیر نیزدر صوت شدید در زمان کوتاه ایجاد می شود.نتایج تحقیقات آتلی وهمکاران که تاثیر مخرب حشره سن را با استفاده از آلئوگراف شوپن بررسی کرده اند نشان داد که آنزیم پروتئاز باعث کاهش پارامترهای P,L,W در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

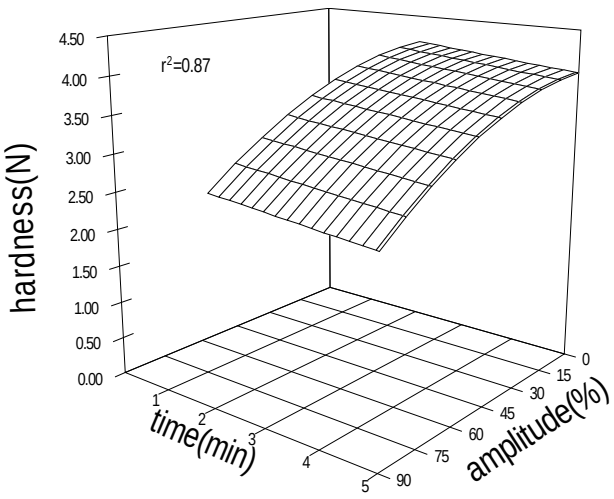
منحنی آلئوگراف می شود که معادل مقاومت به کشش،کشش پذیری وسطح زیر منحنی ودر واقع انرژی خمیر در اکستنسو گراف هستند[21] .به دلیل بهبود مقاومت به کشش ، کشش پذیری وسطح زیر منحنی می توان نتیجه گرفت که اعمال صوت از طریق غیرفعال نمودن آنزیم پروتئاز این خواص را بهبود می بخشد.

بررسی داده های جدول2 در شدت صوت کم مشخص می کند که این مقدار صوت تاثیر معنی داری بر بهبود خواص رئولوژیکی خمیر ندارد.

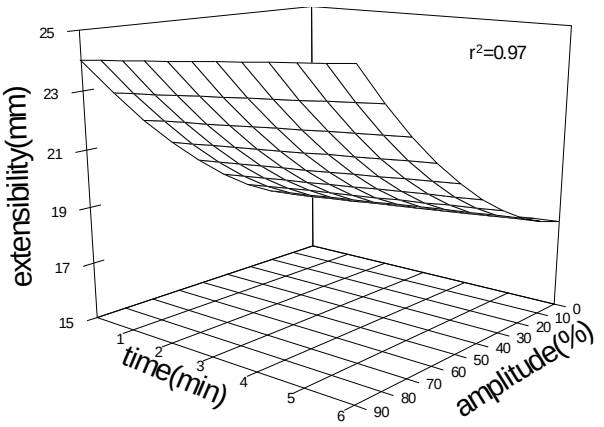
3-3- تاثیر شدت و مدت زمان اعمال صوت بر بافت نان حاصل از آردگندم سن زده

نمودار1 تاثیر متقابل شدت و زمان اعمال امواج فراصوت را بر سفتی بافت نان بروتشن تولیدی از آرد گندم سن زده نشان می دهد. ملاحظه می شود با افزایش شدت صوت سفتی نان حاصل کمتر می شود. اما مدت زمان اعمال صوت تاثیر معنی داری بر سفتی نان ندارد. بنظر می رسد که اصلاح ساختار سلولی مغزنان که در اثر حفظ ساختمان شبکه گلوتنی حاصل می شود باعث نرم تر شدن نان می شود. این نتایج با بررسی سطح مقطع نان و بررسی حجم مخصوص آن نیز تایید می شود. همانگونه که در نمودارملاحظه می شود با افزایش شدت صوت سفتی بافت به میزان 47% کاهش می یابد و افزایش زمان اعمال صوت نیز تا حدودی باعث کاهش سفتی نان می شود(16%). در واقع صوت بااز بین بردن آنزیم پروتئاز باعث حفظ ساختارشبکه گلوتن شده است .در رابطه با این تاثیر افزایش شدت صوت موثرتر از افزایش مدت زمان اعمال صوت است.

نمودار 2 اثر متقابل شدت و زمان اعمال صوت بر میزان کشش پذیری و پاره شدن بافت نان را نشان می دهد. با افزایش شدت اعمال صوت نان الاستیک تر و کشش پذیرتر می گردد. با افزایش زمان اعمال صوت نیز بافت نان کشش پذیرتر می شود که بیانگر آسیب دیدگی کمتر شبکه گلوتن بعلت از بین رفتن پروتئاز است. نمودار3 تاثیر متقابل شدت و زمان اعمال صوت را بر کاهش چسبندگی بافت نان نشان می دهد که بررسی روند این منحنی نیز بیانگر حفظ کیفیت بافت نان در اثر اعمال صوت شدیدتر می باشد و در واقع اعمال امواج صوت شبکه گلوتنی را نیز بهترحفظ می کندو به همین دلیل بافت نان چسبندگی کمتری پیدا می کند.

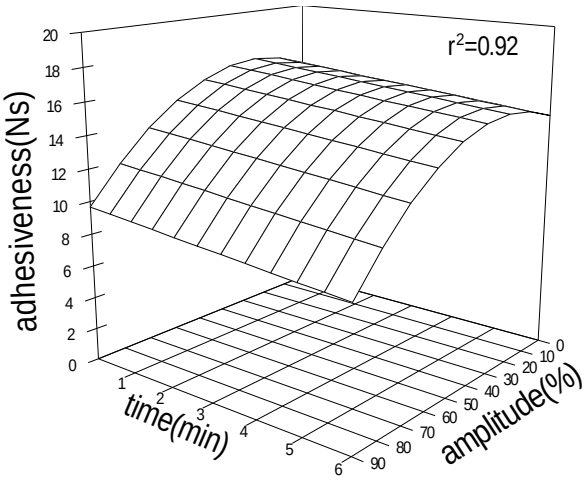


نمودار1 تاثیر شدت ومدت زمان اعمال صوت بر سفتی بافت نان حاصل از گندم سن زده 2 ساعت بعد از پخت

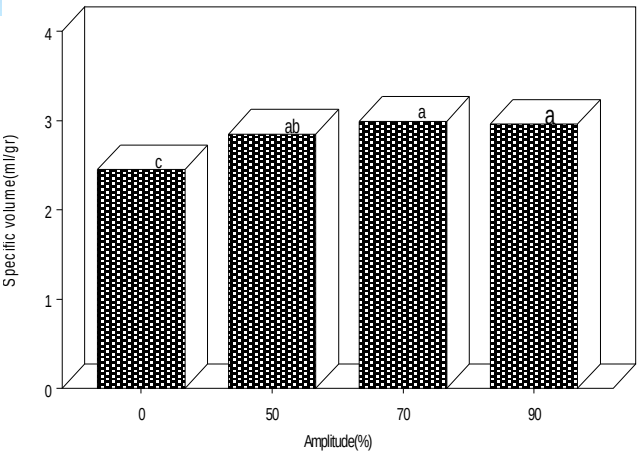


نمودار2 تاثیر شدت ومدت زمان اعمال صوت بر کشش پذیری بافت نان حاصل از گندم سن زده 2 ساعت بعد از پخت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]



نمودار 3 تاثیر شدت ومدت زمان اعمال صوت بر چسبندگی بافت نان حاصل از گندم سن زده 2 ساعت بعد از پخت



نمودار 4 اثر شدت صوت بر حجم مخصوص نان حاصل از گندم سن زده

نمودار4 و شکل 1 تاثیر امواج فراصوت را بر حجم مخصوص نان حاصل از گندم سن زده نشان می دهد که مشخص است افزایش شدت صوت باعث بهبود حجم مخصوص نان می شود وبیشترین حجم مربوط به اعمال صوت باشدت متوسط است و با افزایش شدت تا 90 درصد تغییر معنی داری دیده نمی شود .علت بهبود حجم می تواند به علت حفظ ساختمان گلوتن باشد که با نتایج سایر آزمایشات مطابقت دارد.حریری وهمکاران در تحقیقات خود عنوان کردند که خمیر حاصل از آرد گندم سن زده به دلیل تخریب شبکه گلوتنی توسط آنزیم پروتئاز چسبنده وضعیف است ونان حاصل حجم کم وبافت غیر قابل قبولی دارد،همچنین خصوصیات فیزیکی خمیر مثل قابلیت تقسیم شدن،پهن شدن ومخلوط شدن خمیرنیز در آرد حاصل از گندم های سن زده درمقایسه با خمیرتولیدی از آرد سالم ضعیف تر است[22].

شکل 1 تاثیرامواج فراصوت در شدت های 0، 50، 70، 90 درصد (از راست به چپ) بر حجم نان حاصل از آرد گندم سن زده

3-4- تاثیر شدت و مدت زمان اعمال صوت بر خواص حسی نان حاصل ازگندم سن زده

نتایج آزمایش های حسی وارگانولپتیک در جدول 3 نشان می دهد که عامل رنگ پوسته ومغز نان در صورت استفاده از آرد گندم سن زده که با امواج فراصوت در شدت ها و مدت زمان های مختلف تیمار شده بهبود می یابد افزایش شدت صوت باعث بهبود رنگ پوسته و رنگ مغز نان حاصل می گردد و بیشترین امتیاز مربوط به شدت های بالاتر اعمال صوت است.که این امراز روشن تر شدن رنگ آرد حاصل از گندم سن زده ای که تحت تاثیر امواج فرا صوت قرار گرفته بود ناشی می شود. اعمال امواج فرا صوت بر عطر و طعم نان حاصل تاثیر معنی داری ندارد. در حالیکه امواج فراصوت ایجاد تغییر معنی داری در بافت و ظاهر عمومی نان ایجاد می کنند، پوسته نان های که آرد آن تحت تاثیر صوت قرار گرفته صاف تر و یکنواخت تر است و از طرفی سطح مقطع

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

و پراکندگی حفرات مغز نان نیز در تیمارهای که صوت بر آنها اعمال شده منظم تر و ریز تر بوده و بهترین نمونه مربوط به اعمال صوت 5 دقیقه و با شدت 70 درصد می باشد. بررسی روند بیاتی نانها نیز طی مدت زمان صفر تا 48 ساعت نشان می دهد که اعمال امواج فراصوت شدت بیاتی را نیز تحت تاثیر قرار می دهد که این امر نیز به عدم تضعیف گلوتن و یا حفظ بافت نان نسبت داده می شود.حریری وهمکاران از سیستم امتیاز دهی 5 نقطه ای برای مقایسه خواص نان تولیدی از گندم سن زده ونان حاصل از گندم سالم استفاده نموده وخصوصیاتی همچون عطر، طعم ، مزه وظاهر عمومی را در این نان ها مقایسه نمودند. نتایج حاکی از این بود که در گندم های سن زده این امتیازات به شدت پایین می آیدکه علت این تغییرات نامطلوب را تاثیر پروتئاز بزاق سن برتخریب شبکه گلوتن عنوان می کنند[22].

5- نتیجه گیری

حشره سن حین تغذیه از دانه گندم بزاق خود که حاوی آنزیم پروتئاز است را به درون دانه وارد می کند این آنزیم در آردسازی به آرد انتقال می یابد وتاثیر منفی خود را هنگام مخلوط کردن وتخمیر خمیر نشان می دهد.در نتیجه خمیری چسبنده با ویژگی رئولوژی نا مطلوب ونانی با حجم کم وخصوصیات رئولوژی ضعیف حاصل می نماید.نتایج این تحقیق نشان داد که با اعمال امواج فراصوت به دانه گندم قبل از اینکه آنزیم بتواند سبب تخریب شبکه گلوتنی شود می توان ساختار شبکه گلوتنی را حفظ نموده که منجر به بهبود خواص رئولوژیک وبافت خمیر وهمچنین خواص ارگانولپتیک نان می گردد.با بررسی مجموع نتایج می توان عنوان نمود که اعمال صوت با شدت 70 درصد در زمان 5 دقیقه علاوه بر اینکه بهترین تاثیر را در حفظ خصوصیات رئولوژیک وبافت خمیر وارگانولپتیک نان دارد، به شبکه گلوتنی آسیب نمی رساند.درحالیکه در شدت صوت بالاتر یا زمان طولانی تر علیرغم بهبود بعضی خواص نظیر رنگ پوسته ومغز تعادل رئولوژیک خمیر بر هم خورده که می تواند به دلیل شکسته شدن مولکول های گلوتنین با وزن مولکولی بالا به واحد های کوچکتر باشد.

6- منابع

[1] Caballero, P. A., Rosell, C. M. and Gomez, M. 2005. Effect of microbial transglutaminase on the rheological and thermal properties of insect damaged wheat flour. Journal of Cereal Science. 42: 93 – 100.

[2] Rosell, C. M., Wang, J., Bean, S., Lookhart, G. 2003. Wheat flour proteins as affected by transglutaminase and glucose oxidase. Cereal Chemistry. 80(1) : 52-55.

[3] Every, D., Sutton, K. H., Shewry, P.R and Tathum A. S. 2005.Specificity of action of an insect proteinase purified from wheat grain infected by the New Zealand wheat bug . Journal of Cereal Science. 42:185-197.

[4] Siviri, D.H.D., Sapirstein, W., Bushuk, and Korsel, H.2002.Wheat intercultivar

difference in susceptibility of glutenin protein to effects of bug protease.Cereal Chemistry.79 (1):41-44.

[5] Kostyukovsky, M and Zohar, D. 2004. Sunpest *Eurygaster integriceps* Put. and wheat quality. International Quality Grains Conference Proceedings.

[6] Mason, T.J., Paniwnyk, L., Lorimer, J.P.1996. The use of ultrasound in food technology. Ultrasonics Sonochemistry.3:5253-5266.

[7] McClements, D. J.1995.Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing. Trends in Food Science & Technology.6:293-299.

[8] Vercet, A., Rosa, O., Crelier, S., Lopez.,P.2002.Selective inactivation of phospholipase A2 in complex protein mixture. Innovative Food Science & Emerging Technology. 3:271-277.

[9] Ozbek, B., Ulgen, K.O, 2000.The stability of enzymes after sonication. Process Biochemistry.35: 1037-1043

[10] Vercet, A., Burgos, J., crelier, S., Lopez, P.2001.Inactivaction of

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

proteases and lipases by ultrasound. Innovative Food Science & Emerging Technology. 2:139-150.

[11] Brown, R. C., Coakley, W.T., James, C.J., Gould, R. K.1973. The inactivation of enzymes by ultrasonic cavitation at 20 KHZ. Archives of Biochemistry and Biophysics. 159(2): 722-729.

[12] Froment, M.T., Lockridge, O., Masson, P.1998.Resistance of butyrylcholine sterase to inactivation by ultrasound: effects of ultrasound on catalytic activity and subunit association. Biochimica et Biophysica Acta.1387:53-64.

[13] Ovsianko, S. L., Chernyausky, T. A., Minchenya, V.T.2005. Effect of ultrasound on activation of serine protease precursors. Ultrasonics Sonochemistry .12: 219.223.

[14] Balasundaram , B., Pandit, A.B.2001.Selective release of invertase by hydrodynamic cavitation. Biochemical Engineering Journal.8: 251-256.

[15] American Association of Cereal Chemists. 1984. Approved methods of the AACC methods. 8th ed. St. Paul. Minn.

[16] Caballero, P.A., Gomez, M and Rosell, C. M. 2007.Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. Journal of Food Engineering. 81: 42-53.

[17] Gacula, J.R. and Singh, J. 1984. Statistical methods in food and consumer research. Academic press Inc. U.S.A. 360-366.

[18] Cauvain, S. P. and Young, L. S.2000.Bakery food manufacture and quality. Water control and effects. Blackwell science . London.25-33.

[19] Khan, K.,Huckle, L and Freeman, T.1994.Disaggregation of glutenin with low concentration of reducing agent and with sonication. Cereal Chemistry. 71:242-247.

[20] Faridi, H. and Faubion, M.1997.Dough rheology and baked product texture. CBS Publisher and Distributors. India. 352-355.

[21] Atli, A., Koksel, H. and Dag, A.1988.Methods developed the determination of insect damage and research on their applicability. Ministry of agriculture, forest and rural affairs. Ankara, Turkey.

[22] Hariri, G., Williams, P.C., and El-Haramein, F.J.2000. Influence of pentatomid insects on physical dough properties and two-layered flat bread baking quality of Syrian wheat. Journal of Cereal Science.31:111-118.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]

The effect of ultrasound on Dough rheological properties and bread characteristics of wheat damaged by wheat bug

Sheikholeslami, Z. [1*], Mortazavi, S. A. [2], Pourazarang, H. [2], Nasiri, M. [2]

1-Member of Scientific Board of Agricultural Engeering Research Department of Khorasan–E-Razavi Center

2- Professor, College of Agriculture ,Ferdowsi University of Mashhad

(Received:87/10/18 Accepted:88/4/14)

Gluten strength is the major factor affecting mixing characteristics, extensibility, elasticity, and stability of dough. Wheat bug injects a protease enzyme into immature wheat kernels while feeding. This enzyme remains in flour made from bug damaged wheat and, in dough, digests gluten to produce slack, sticky dough and poor quality bread. The effect of sonication conditions on dough rheology affected by protease inactivation in flour made from bug damaged wheat were investigated. Results showed that sonication with 70% amplitude in 5 min maintained rheological properties of dough. Sonication improved water absorbtion, dough stability, extensibility, and resistance to extension. Bread baked from bug damaged flour treated by sonication had better color, texture, specific volume, and appearance.

Keywords: Wheat bug, Dough, Ultrasound, Bread, Quality

*Corresponding Author E-mail address: shivasheikholeslami@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-02-26]