اثر نوع و مقدار ماده عمل آورنده و نوع آرد بر کاهش میزان اسید فیتیک و ویژگی‌های کیفی در خمیر و نان تست

منا خراسانی[a]، مانیا صالحی فر[b*]، مهتا میرزایی[b]

[a] *دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*
[b] *استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*

تاریخ دریافت مقاله : ۱۳۹۴/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۷

چکیده

مقدمه: با توجه به میزان بالای اسید فیتیک در نان و نقش آن در تشکیل کمپلکس با آهن و عناصر معدنی، این تحقیق با هدف c بررسی شرایط تخمیر در کاهش اسید فیتیک موجود در خمیر و نان تست انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: تأثیر نوع ماده عمل آورنده (مخمر ساکارومایسس سروزیه و خمیر ترش حاوی مخمر ساکارومایسس سروزیه به همراه باکتری اسید لاکتیک)، مقدار ماده عمل آورنده مخمر ساکارومایسس سروزیه با میزان ۱/۵ و ۲ درصد، خمیر ترش (حاوی ۱ درصد مخمر به همراه باکتری لاکتوباسیلوس سانفرانسیسسنسیس 10^3 cfu/g)، نوع آرد (آرد چاودار به مقدار ۱۰ و ۲۰٪ جایگزین آرد گندم) بر روی میزان اسید فیتیک خمیر و نان تست سبوس دار مورد بررسی قرار گرفت. میزان اسید فیتیک در نمونه‌های خمیر و نان اندازه گیری شد. تحلیل نتایج با استفاده از روش تجزیه واریانس و طرح کاملاً تصادفی، آزمون مقایسه میانگین‌ها به روشLSD با نرم افزار SPSS 18 انجام شد. برای مقایسه اسید فیتیک در خمیر و نان، از آزمون t جفت شده برای مقایسه اسید فیتیک قبل و بعد از پخت استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد با افزایش آرد چاودار نسبت به آرد گندم (۲۰٪ آرد چاودار)، افزایش مقدار مخمر (۲ درصد) و وجود خمیر ترش به عنوان یک ماده عمل آورنده، کاهش معنا داری در مقدار اسید فیتیک رخ می‌دهد، حجم مخصوص افزایش و سختی نان کاهش می‌یابد. در اثر پخت کاهش معنا دار اسید فیتیک مشاهده شد. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که تیمار حاوی خمیر ترش با ۱۰٪ آرد چاودار با بالاترین امتیاز را کسب نمود.

نتیجه‌گیری: استفاده از خمیر ترش و آرد چاودار سبب کاهش اسید فیتیک و بهبود ویژگی‌های کیفی نان شد.

واژه‌های کلیدی: *آرد چاودار، اسید فیتیک، مواد عمل آورنده، نان تست*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: salehifarmania@yahoo.com

مقدمه

اسید فیتیک یک ترکیب فسفره است که به شکل نمک پتاسیم، منیزیم در سلول‌های آلرون دانه گندم وجود دارد (Pomeranz, 1990). این ترکیب در واقع شکل ذخیره‌ای فسفر در دانه غلات است و دارای خاصیت قوی شلات کنندگی با کاتیون‌های دو و چند ظرفیتی مانند آهن، کلسیم، روی، منیزیم، کروم، مس و غیره بوده (شیخ الإسلامی و جمالیان، ۱۳۸۲) در نتیجه در ترکیب با این عناصر ایجاد کمپلکس‌های نامحلول می‌کند که باعث اختلال در جذب و دسترسی بیولوژیک به این عناصر در بدن انسان می‌شود (Paramitithiotis *et al*., 2006).

یکی از آردهایی که در نان های سبوس دار می تواند به دلیل دارا بودن رنگ تیره استفاده شود آرد چاودار است. در چاودار ترکیب اسید فیتیک و نمک‌های آن هم موجودند و به عنوان عوامل ضد مغذی از طریق شلاته نمودن کلسیم، آهن، منیزیم و روی عمل می‌نماید (Corsetti *et al.*, 2008).

چاودار گیاهی است از تیره غلات و جنس سکال[1] که دارای چندین گونه مختلف می باشد و در مناطقی که فصل رشد کوتاه است مانند اروپای شرقی و شمالی رشد می‌کند (عزیزی و هادیان، ۱۳۹۰؛ Malakouti, 2011). نان چاودار بسیار متراکم و فشرده بوده و میزان گلوتن پایین دارد (موحد، ۱۳۹۰؛ Didar, 2011). افزودن آرد چاودار به آرد گندم مصرفی در تولید نان، به لحاظ دارا بودن میزان پنتوزان بالا، در کند نمودن روند فرآیند بیاتی در نان تاثیر به سزایی دارد (نقی پور و همکاران، ۱۳۹۲). خمیر حاصل از چاودار فاقد خاصیت انعطاف پذیری بوده و قابلیت نگهداری گاز کمتر برای تولید نان نسبت به خمیر تهیه شده از آرد گندم دارد (عزیزی و هادیان، ۱۳۹۰؛ Corsetti *et al.*, 2008). علت اینکه از آرد چاودار به تنهایی نان تهیه نمی‌شود آن است که گلوتن آن چه از لحاظ کمی و چه از جنبه کیفی در سطح پایینی قرار دارد. پس در عمل می‌توان با مخلوط مناسبی از این دو نانی تولید کرد که ارزش تغذیه‌ای بالا و میزان اسید فیتیک کمتری داشته باشد. (Malakouti, 2011).

یکی از مهمترین مراحل تکنولوژی نان آماده کردن خمیر یا به عبارتی تخمیر است زیرا کیفیت نهایی تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد (میرشهیدی و همکاران، ۱۳۸۹). یکی از مهمترین مزایای تخمیر، نابودی اسید فیتیک به وسیله آنزیم فیتاز می باشد، این آنزیم هم در آرد و هم در مخمرها به ویژه مخمر ساکارومایسس سروزیه وجود دارد و سبب دفسفریله شدن اسید فیتیک و آزاد شدن عناصری از جمله آهن، کلسیم، روی، منیزیم و پتاسیم می‌شود (Osman, 2004; Harland, 1980). تخمیر در اثر فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک و یا مخمرها که یا به صورت طبیعی وجود دارند و یا به میزان مشخصی به خمیر اضافه می‌شوند، انجام می‌شود (Qarooni, 2004).

با توجه به اینکه قوت غالب مردم کشور ما نان می‌باشد شناخت راه‌های بهتر و مناسب‌تر تهیه نان به منظور به حداقل رساندن اثرات منفی این ترکیب ضروری است. در این تحقیق با به کار بردن شرایط مختلف تخمیر در تهیه نان، راه های کاهش اسید فیتیک را بررسی نموده و در نهایت تیمارهایی را که از نظر تغذیه ای و تکنولوژیک و اقتصادی مناسب بوده و همچنین قابلیت اجرا در سطح تولید دارند معرفی می شوند.

مواد و روش ها

- مواد اولیه

آرد گندم از شرکت غله و خدمات بازرگانی و آرد چاودار از شرکت نان سحر تهیه شد. مخمر خشک از شرکت فریمان و گونه لاکتوباسیلوس سانفرانسیسسنسیس از مرکزکلکسیون قارچها و باکتری‌های صنعتی و عفونی تهیه گردید. کلیه مواد شیمیایی از شرکت مرک آلمان می باشد.

- اندازه‌گیری خواص فیزیکوشیمیایی آرد

اندازه‌گیری خواص فیزیکوشیمیایی آرد شامل رطوبت، پروتئین، خاکستر و pH، با استفاده از روش مصوب AACC به ترتیب به شماره های ۱۵۴-۴۴، ۱۲-۴۶، ۰۱-۰۸ و ۵۲-۰۲ انجام شد (AACC, 1990).

- اندازه‌گیری فعالیت آنزیم فیتاز در آرد

اندازه‌گیری آنزیم فیتاز در آرد با استفاده از روش

[1] *Secale*

اسپکتروفتومتری طبق روش موسز و همکاران، انجام شد (Mahgoub & Elhang, 2008).

- اندازه‌گیری اسید فیتیک در آرد، خمیر و نان

میزان اسید فیتیک در آرد، خمیر و نان بر اساس اندازه‌گیری میزان فسفر و با استفاده از روش اسپکتروفتومتری شرح داده شده توسط ملکوتی، اندازه‌گیری شد (Malakouti, 2011).

- تهیه خمیر ترش

نمونه‌های نان حاوی خمیر ترش با افزودن مقدار ۱۵٪ خمیر ترش بر مبنای وزن آرد به خمیر نان تهیه شدند و در هر گرم نان 10^3 cfu/gr باکتری لاکتو باسیلوس سانفرانسیسسنسیس وجود داشت. علت انتخاب این باکتری این بوده که باکتری اصلی و کلیدی در خمیر ترش می‌باشد (Gobbetti, 1997).

تهیه خمیر نان و تیمارهای مورد بررسی: برای تهیه خمیر از فرمولاسیون و روش کار متداول نانوا به استثنای میزان عمل آورنده مصرفی که جزء متغیرهای آزمایش بود استفاده شد. در تهیه خمیر نان تست از سه نسبت (۲۰،۱۰،۰٪) آرد چاودار با مخلوط آرد گندم استفاده شد که نمونه شاهد فاقد آرد چاودار بود. از مخمر خشک در دو سطح ۱/۵ و ۲ درصد، خمیر ترش حاوی مخمر خشک ۱٪ و گونه لاکتوباسیلوس سانفرانسیسسنسیس در سطح 10^3 cfu/gr استفاده شد.

جدول ۱- تیمارهای مورد استفاده

۱	آرد: ۸۰٪ گندم + ۲۰٪ چاودار و ماده عمل آورنده ۱٪ مخمر + لاکتوباسیلوس
۲	آرد: ۸۰٪ گندم + ۲۰٪ چاودار و ماده عمل آورنده ۱/۵٪ مخمر
۳	آرد: ۸۰٪ گندم + ۲۰٪ چاودار و ماده عمل آورنده ۲٪ مخمر
۴	آرد: ۹۰٪ گندم +۱۰٪ چاودار و ماده عمل آورنده ۱٪ مخمر + لاکتوباسیلوس
۵	آرد: ۹۰٪ گندم + ۱۰٪ چاودار و ماده عمل آورنده ۱/۵٪ مخمر
۶	آرد: ۹۰٪ گندم + ۱۰٪ چاودار و ماده عمل آورنده ۲٪ مخمر
۷	آرد: ۱۰۰٪ گندم+ و ماده عمل آورنده ۱٪ مخمر+ لاکتوباسیلوس
۸	آرد: ۱۰۰٪ گندم + و ماده عمل آورنده ۱/۵٪ مخمر
۹	آرد: ۱۰۰٪ گندم + و ماده عمل آورنده ۲٪ مخمر

برای تهیه خمیر از روش مستقیم استفاده گردید. در این روش تمامی مواد اولیه به طور همزمان به مخلوط‌کن منتقل شده و به مدت ۱۰ دقیقه مخلوط گردید.سپس خمیر تهیه شده در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱/۵ ساعت جهت عمل تخمیر قرار داده شدند. نمونه های خمیر و نان پس از طی مرحله تخمیر توسط خشک‌کن انجمادی Vaco5 ساخت شرکت Zirbus Technology خشک گردیده و سپس به صورت پودر نرمی آسیاب شدند (Fretzdorff & Brummer, 1992). بقیه مراحل اندازه‌گیری اسید فیتیک مطابق روش گفته شده در مورد آرد بود.

- اندازه گیری حجم مخصوص نان

جهت اندازه‌گیری حجم مخصوص نان از روش مصوب AACC به شماره ۰۵-۱۰ استفاده گردید (AACC, 1990).

- اندازه‌گیری سختی بافت نان

برای بررسی ویژگی‌های بافتی نان تست از دستگاه بافت سنج و روش مصوب AACC به شماره ۰۹-۷۴ در روز اول استفاده شد (AACC, 1990).

- ارزیابی حسی نان

برای ارزیابی حسی از ۱۵ نفر آموزش دیده استفاده شد و طبق فرم طراحی شده، ویژگی‌های خارجی و داخلی نان به تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفتند و امتیاز داده شد. نمونه‌ها به شکل کدگذاری شده در اختیار افراد قرار گرفتند و پس از بررسی ویژگی‌های ظاهری و داخلی و مزه و عطر نان طبق جدول ۱ به آن ها امتیاز داده شد به طوری که حداکثر امتیاز خارجی ۳۰ و حداکثر امتیاز داخلی ۷۰ بود و پس از جمع کردن امتیازها به هر نان نمره‌ای از ۱۰۰ داده شد. ویژگی‌های داخلی شامل: حفره و دانه بندی مغز نان، رنگ مغز نان، عطر و بو، مزه، قابلیت جویدن و بافت بوده و ویژگی‌های خارجی شامل: حجم، رنگ پوسته، تناسب شکل، یکنواختی پخت، خصوصیات پوسته و شکستگی و پارگی نان بود (Matz, 1960).

- **تجزیه و تحلیل آماری**

برای تحلیل داده های به دست آمده از روش تجزیه واریانس و طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. برای آزمون مقایسه میانگین‌ها از روشLSD و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS 18 استفاده شد. برای مقایسه اسید فیتیک در خمیر و نان با توجه به این که نمونه‌ها از یکدیگر مستقل نیستند و وابسته می‌باشند، از آزمون t جفت شده برای مقایسه اسید فیتیک قبل و بعد از پخت استفاده می‌شود.

یافته‌ها

- **آزمون های آرد**

نتایج اندازه گیری رطوبت، خاکستر، پروتئین، pH، آنزیم فیتاز و اسید فیتیک نمونه آرد گندم و آرد چاودار در جدول ۱ آمده است.

با توجه به جدول ۲ نتایج مقایسه میانگین آرد مصرفی نشان داد که میزان پروتئین و خاکستر در آرد چاودار بیشتر از آرد گندم بود و آرد چاودار میزان رطوبت بالاتری در مقایسه با آرد گندم داشت. تفاوت معنی‌داری در میزان pH آرد گندم و آرد چاودار وجود نداشت. میزان آنزیم فیتاز در آرد چاودار بیشتر از آرد گندم بود. آرد گندم دارای اسید فیتیک کمتر نسبت به آرد چاودار می‌باشد.

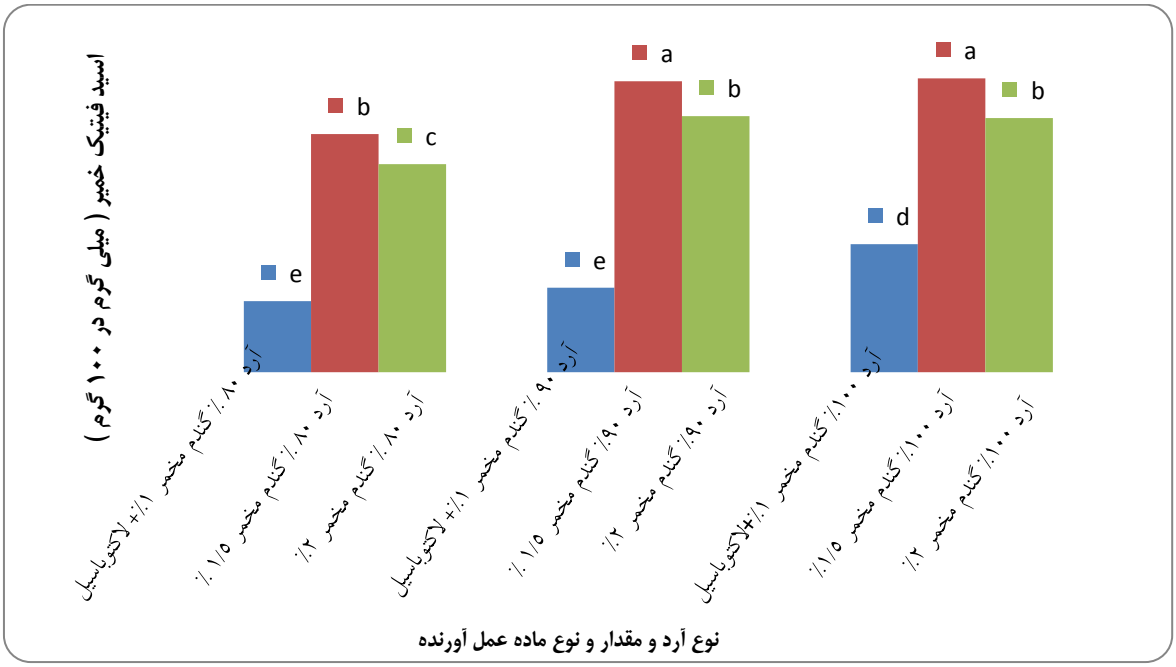
- **اندازه گیری اسید فیتیک خمیر**

جهت تعیین میزان کاهش اسید فیتیک در طی تخمیر، تیمارهای مختلف خمیر نان مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی اثر مقدار و نوع ماده عمل آورنده، نوع آرد بر میزان کاهش اسید فیتیک اندازه‌گیری شد.

جدول ۲- مقایسه خواص فیزیکوشیمیایی آرد گندم و آرد چاودار مورد آزمون

آزمون‌ها/ نوع آرد	پروتئین (٪)	رطوبت (٪)	خاکستر (٪)	pH	اسید فیتیک (میلی گرم در صد گرم)	آنزیم فیتاز (میلی گرم در صد گرم)
آرد گندم	۱۱/۵۶±۰/۱۲ ^{b}	۳/۶۳۵±۰/۱۶۵^{a}	۰/۷۴۵±۰/۰۰۵^{b}	۶/۳±۰/۱^{a}	۳۰۵±۵^{b}	۱۲۷۲/۷۲±۰/۰۱۲^{b}
آرد چاودار	۱۲/۱۵۵±۰/۱۵۵^{a}	۱/۳۵±۰/۰۹^{b}	۲/۴۹۵±/۱۵۵^{a}	۶/۱۲۵±۰/۱۲۵^{a}	۳۶۵±۵^{a}	۱۹۰۸/۷۵۶±۰/۰۱۸^{a}

حروف لاتین متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارها می باشد – اعداد ارائه شده میانگین سه تکرار هستند.



نمودار ۱- مقایسه میانگین های اثرات متقابل نوع آرد و مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر میزان اسید فیتیک در خمیر (تیمارها مطابق جدول ۱)

حروف لاتین متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین تیمارها می‌باشد. اعداد ارائه شده میانگین سه تکرار هستند.

با توجه به نمودار ۱، اثر نوع و مقدار ماده عمل آورنده و نوع آرد بر میزان اسید فیتیک خمیر معنی‌دار ($p < ۰/۰۵$) بوده است. نتایج ارائه شده نشان می‌دهند در تیمارهایی که از باکتری لاکتوباسیلوس سانفرانسیسنسیس همراه با مقدار کمتر مخمر استفاده گردید، مقدار اسید فیتیک کمتر بود که این امر خود نشان دهنده تاثیر لاکتوباسیل ها بر کاهش میزان اسید فیتیک بوده است. با افزایش مقدار آرد چاودار نسبت به آرد گندم و همچنین افزایش مقدار مخمر از ۱/۵ درصد به ۲ درصد میزان اسید فیتیک کاهش می‌یابد. مطالعات نشان داد که آرد چاودار علاوه بر اینکه اسید فیتیک بالاتری دارد، حاوی فیتاز بالاتری نیز می‌باشد. از این رو تیماری که ۱۰ درصد آرد چاودار داشت نسبت به تیمار شاهد در شرایط یکسان دارای اسید فیتیک کمتری بوده است.

- **اندازه گیری اسید فیتیک نان**

نتایج اندازه‌گیری اسیدفیتیک نان نیز همانند اندازه‌گیری اسید فیتیک در خمیر می‌باشد.

با توجه به نمودار ۲، بین تیمارها از نظر اثر مقدار مخمر بر میزان اسید فیتیک در نان اختلاف معنی‌دار آماری ($p<۰/۰۵$) وجود دارد. نتایج ارائه شده نشان می دهند که در تیمارهایی که از مخمر به همراه لاکتوباسیل استفاده شد در مقایسه با تیمارهایی که دارای مخمر به تنهایی بودند، اسید فیتیک کمتری اندازه‌گیری شد. با در نظر گرفتن افزایش آرد چاودار و مقدار مخمر و همچنین باکتری اسید لاکتیک، همزمان مقدار بیشتری آنزیم فیتاز تولید شده و شرایط بهینه برای فعالیت فراهم می‌شود در نتیجه اسید فیتیک بیشتری از بین می‌رود. بهترین تیمار از نظر بیشترین کاهش در میزان اسید فیتیک، تیمار با آرد چاودار ۲۰٪ و نوع ماده عمل آورنده خمیر ترش بود. نتایج با یافته‌های Andlid (۲۰۰۴) و Arendt و Clarke (۲۰۰۵) مطابقت داشت.

نمودار ۲- مقایسه میانگین های اثرات متقابل نوع آرد، مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر میزان اسید فیتیک در نان

حروف لاتین متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین تیمارها می باشد. اعداد ارائه شده میانگین سه تکرار هستند.

جدول ۳- آزمون t جفت شده مقایسه اسید فیتیک قبل و بعد از پخت برای تیمارها

تیمارها	اسید فیتیک نان (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)	میانگین اسید فیتیک خمیر (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)	میانگین تفاوت اسید فیتیک قبل و بعد از پخت	tvalue	Pr > |t|
آرد گندم ۱۰۰ ٪ مخمر ۱/۵ ٪	۲۳۹/۹±۱۵/۴۴۲	۱۱۲/۰۲±۶/۷۴۷	۱۲۷/۹±۲۱/۶۵۴	۱۰/۲۳	۰/۰۰۹
آرد گندم ۱۰۰ ٪ مخمر ۲ ٪	۲۰۰/۳۵±۹/۷۴۷	۸۹/۹۴±۲/۰۸۵	۱۱۰/۴±۱۰/۴۲۸	۱۸/۳۴	۰/۰۰۳
آرد گندم ۱۰۰ ٪ خمیر ترش (۱٪مخمر+ 10^3 لاکتوباسیلوس سانفرانسیسنسیس)	۶۹/۷۳±۲/۳۵۸	۴۷/۳۷±۸/۳۲۲	۲۲/۳۵۷±۹/۲۲۱	۴/۲۰	۰/۰۵۲
آرد چاودار ۱۰٪ مخمر ۱/۵ ٪	۲۱۹/۷۲±۱۷/۹۹۴	۱۰۴/۰۰±۱۲/۳۴۳	۱۱۵/۷±۲۶/۵۲۲	۷/۵۶	۰/۰۱۷
آرد چاودار ۱۰٪ مخمر ۲ ٪	۱۹۵/۹۰±۱۱/۱۳۳	۸۹/۶۰±۱/۶۶۵	۱۰۶/۳±۱۲/۷۵۹	۱۴/۴۳	۰/۰۰۴
آرد چاودار ۱۰٪ خمیر ترش (۱٪مخمر+ 10^3 لاکتوباسیلوس سانفرانسیسنسیس)	۶۳/۳۹±۲/۰۴۴	۳۴/۵۶±۷/۵۶۶	۲۸/۸۳۳±۹/۶۱۱	۵/۲۰	۰/۰۳۵
آرد چاودار ۲۰٪ مخمر ۱/۵ ٪	۲۰۴/۵۴±۲۳/۳۸۹	۸۳/۹۲	۱۲۰/۶±۲۳/۳۸۹	۸/۹۳	۰/۰۱۲
آرد چاودار ۲۰٪ مخمر ۲ ٪	۱۸۶/۹۰±۴۲/۳۵۱	۸۰/۲۴±۱/۷۱۷	۱۰۶/۷±۴۰/۶۵۱	۴/۵۴	۰/۰۴۵
آرد چاودار ۲۰٪ خمیر ترش(۱٪مخمر+ 10^3 لاکتوباسیلوس سانفرانسیسنسیس)	۳۷/۸۳±۷/۱۵۷	۲۸/۲۲±۵/۳۱۶	۹/۶۱۱±۱۲/۴۷۴	۱/۳۳	۰/۳۱۳

|t| <Pr بین صفر تا یک می باشد اگر کوچکتر از ۰/۰۵ باشد اصطلاحاً آن اثر معنی دار است یعنی بین گروه‌های آن اثر اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

با توجه به جدول ۳، در جدول آزمون t جفت شده مقایسه اسید فیتیک قبل و بعد از پخت در تمامی تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری (p<۰/۰۵) وجود دارد. ولی بین تیمار آرد چاودار ۲۰٪ حاوی خمیر ترش اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد. در همه موارد افزایش اسید فیتیک در اثر فرایند پخت مشاهده گردید که دلیل این امر تبخیر رطوبت در حین پخت بوده که سبب افزایش غلظت اسید فیتیک در واحد وزن نان (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) گردیده است

- حجم مخصوص

یکی از ویژگی‌های نان، حجم مخصوص آن یعنی نسبت حجم بر واحد جرم ماده است. در کل با افزایش مقدار مخمر و زمان تخمیر، فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک، حجم مخصوص افزایش می‌یابد که دلایل افزایش حجم را می‌توان به فعالیت مخمر و تولید گاز بیشتر و همچنین کاهش pH نسبت داد.

با توجه به نمودار ۳، بین تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری (p<۰/۰۵) وجود دارد و با کاهش نسبت آرد گندم، میزان حجم مخصوص افزایش یافته است. با افزایش آرد چاودار و مقدار مخمر و همچنین وجود باکتری‌های اسید لاکتیک سبب تحریک مخمر و فعالیت آن شده و گاز بیشتری در محصول ایجاد می‌کنند که سبب افزایش حجم می‌گردد. بیشترین حجم مخصوص مربوط به نمونه ۲۰٪ آرد چاودار دارای خمیر ترش بود.

- بافت

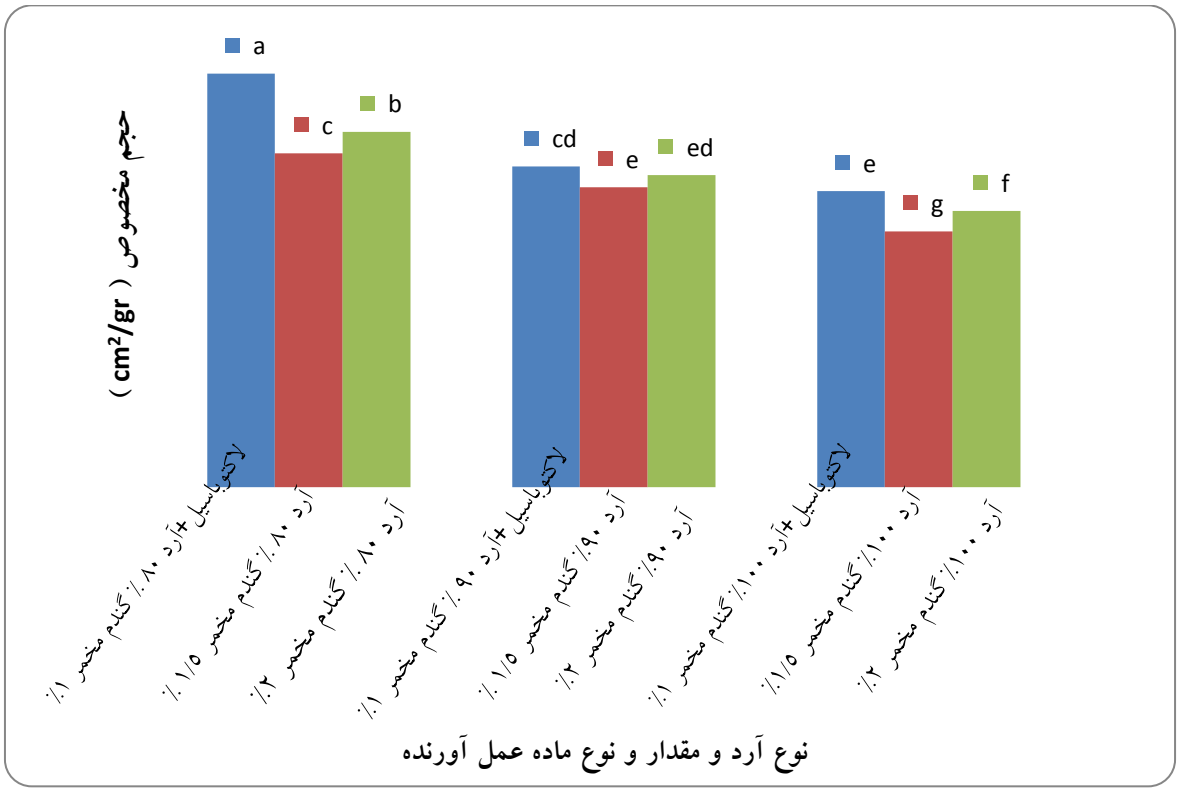
با توجه به نتایج بدست آمده، با افزایش مقدار مخمر، افزایش میزان آرد چاودار و همچنین وجود خمیر ترش، نانی نرم تر حاصل می‌شود در واقع سختی کاهش می‌یابد.

با توجه به نمودار ۴، بین تیمارها از نظر اثر مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر میزان سختی بافت اختلاف معنی‌دار آماری (p<۰/۰۵) وجود دارد. نتایج ارائه شده نشان می‌دهند که اثر باکتری‌های اسید لاکتیک نسبت به مخمر در ایجاد بافتی نرم‌تر در نان بیشتر است. از نظر ویژگی سختی بافت در انواع آرد اختلاف معنی‌دار آماری (p < ۰/۰۵) وجود دارد. با افزایش مقدار آرد چاودار نسبت به آرد گندم، سبب نرمی بافت شد. با افزایش میزان آرد چاودار نسبت به آرد گندم و افزایش مقدار مخمر و وجود باکتری‌های اسید لاکتیک سبب ایجاد بافت نرم تر شده است. (پایان، ۱۳۸۹ ؛ عزیزی و هادیان، ۱۳۹۰).

- ارزیابی حسی نان

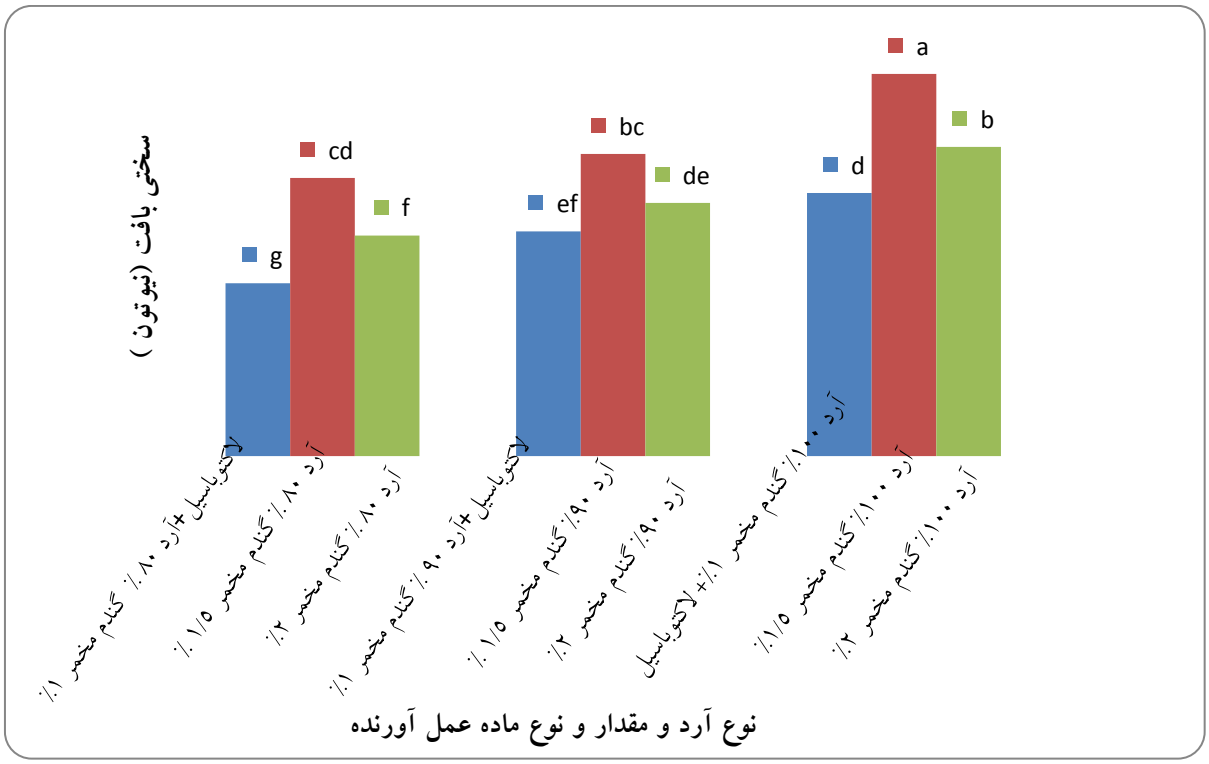
همانطور که قبلاً اشاره شد ارزیابی حسی نان در دو قالب ارزیابی داخلی و ارزیابی خارجی مطرح شد و امتیاز این

دو ارزیابی، امتیاز نهایی نان تست در نظر گرفته شد.



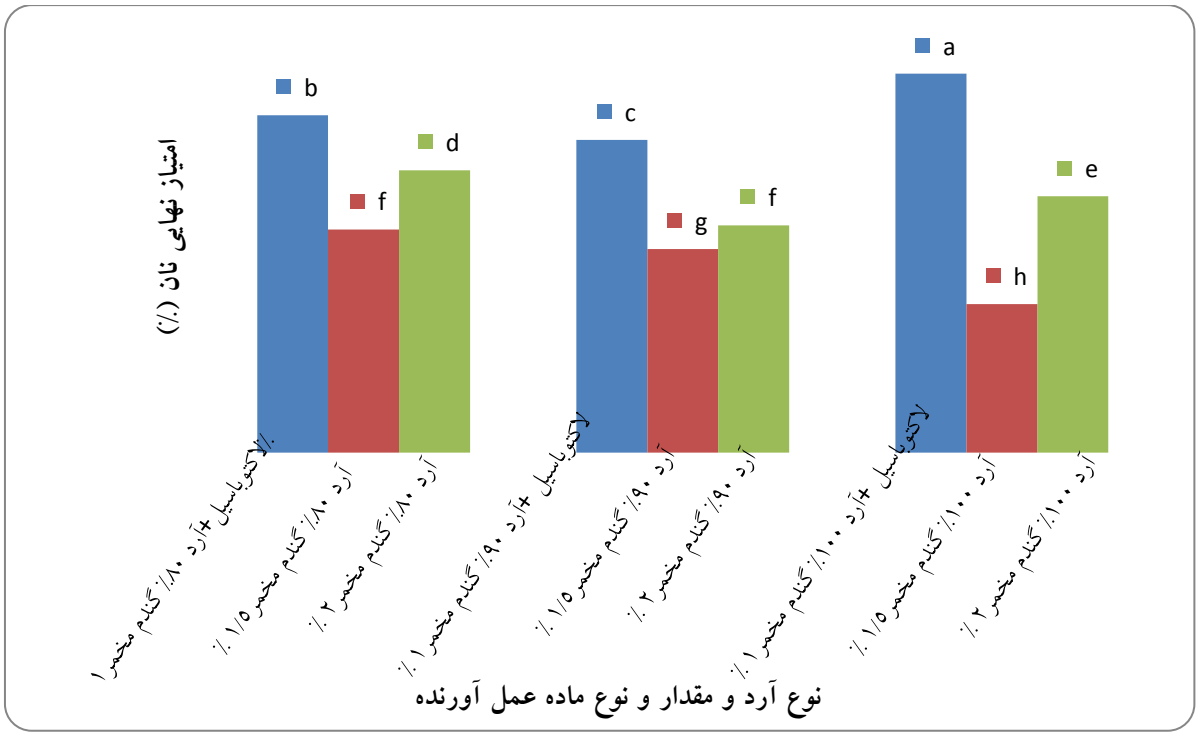
نمودار ۳- مقایسه میانگین های اثرات متقابل نوع آرد و مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر میزان حجم مخصوص در نان

حروف لاتین متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد بین تیمارها می باشد- اعداد ارائه شده میانگین سه تکرار هستند.



نمودار ٤- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نوع آرد و مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر میزان سختی بافت در نان

حروف لاتین متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارها می باشد - اعداد ارائه شده میانگین سه تکرار هستند.



نمودار ۵- مقایسه میانگین های اثرات متقابل نوع آرد و مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر میزان امتیاز نهایی در نان

حروف لاتین متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارها می باشد- اعداد ارائه شده میانگین سه تکرار هستند.

با توجه به نمودار ۵، بین تیمارها از نظر اثر نوع و مقدار ماده عمل آورنده و نوع آرد بر میزان ارزیابی نهایی نان ها، اختلاف معنی دار آماری ($p<۰/۰۵$) وجود دارد. با افزایش مقدار مخمر و همچنین وجود باکتری‌های اسید لاکتیک سبب بهبود طعم، بو، رنگ، بافت و کیفیت نهایی نان‌ها شد ولی با افزایش بیش از حد آرد چاودار نسبت به آرد گندم (۲۰٪ به ۸۰٪) طعم و رنگ نامطلوب ایجاد شد که به طور کلی با افزایش میزان متعادل آرد چاودار ، افزودن خمیر ترش، افزایش مقدار مخمر، امتیاز نهایی نان افزایش می‌یابد. بهترین نان از نظر امتیاز حسی نهایی به تیمار حاوی خمیر ترش دارای آرد چاودار ۱۰٪ تعلق گرفت.

بحث

- تأثیر نوع آرد بر میزان آنزیم فیتاز و اسید فیتیک

آرد گندم نسبت به آرد چاودار دارای آنزیم فیتاز بیشتر و اسید فیتیک کمتر می باشد. نتایج با یافته‌های Febles و همکاران (2002) و Mosaddegh و همکاران (2014) که نشان دادند که غلظت اسید فیتیک در آرد کامل بیشتر از آردهای سبوس گرفته است، مطابقت دارد. از آنجا که آرد گندم برای تهیه نان تست از نوع آرد نول بوده است و به طبع سبوس گیری بر روی آن انجام شده، اسید فیتیک کمتری داشته است.

- تأثیر مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر میزان اسید فیتیک در خمیر و نان

گونه لاکتوباسیلوس توانایی تولید اسید لاکتیک از قندها در طی تخمیر را دارا می باشد؛ اسید لاکتیک تولیدی باعث کاهش pH و در نتیجه افزایش فعالیت فیتاز می‌شود؛ این باکتری سبب کاهش اسید فیتیک خمیر و نان تولیدی می‌شود. حضور مخمر تأثیر بسزایی در کاهش میزان اسید فیتیک دارد؛ مخمر به دلیل دارا بودن آنزیم فیتاز این خاصیت را دارا می باشد. حضور لاکتو باسیل اثر مخمر را در تخریب اسید فیتیک تشدید می‌کند که این امر به دلیل کاهش pH محیط توسط لاکتو باسیل و در نتیجه رسیدن فیتاز به pH بهینه برای فعالیت می‌باشد (Lopez *et al.*, 2003).

همچنین آنزیم‌های فیتاز تولیدی توسط استارتر لاکتوباسیلوس سانفرانسیسنسیس همراه با آنزیم فیتاز آندوژن موجود در غله همپوشانی مناسبی برای تخریب فیتیک اسید دارند. در نتیجه با افزودن خمیر ترش نسبت به

مخمر، میزان تخریب اسید فیتیک به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، یعنی با اسیدی کردن محیط، سرعت تخریب فیتات افزایش یافته و دسترسی زیستی بدن به املاح معدنی مانند کلسیم و منیزیم را فراهم می‌کند (Sanz-Penella *et al*., 2009). در فرآیند تخمیر چه میکروارگانیسم‌هایی که جزء فلور میکروبی طبیعی هستند و چه میکروارگانیسم‌هایی که به عنوان استارتر اضافه می‌شوند، می‌توانند میزان اسید فیتیک را کاهش دهند ولی با این حال استارتر از فلور میکروبی توانایی بیشتری در غیر فعال کردن اسید فیتیک دارد (Connely, 2011). نتایج تحقیق با یافته های Fretzdorff & Brummer (1992) و Chaoui (2003) که نشان دادند خمیر ترش در کاهش میزان اسید فیتیک مؤثر است مطابقت داشت.

مقدار مخمر نیز تأثیر بسزایی در کاهش میزان اسید فیتیک دارد به طوریکه با افزایش میزان مخمر، به دلیل تولید بیشتر آنزیم فیتاز، اسید فیتیک بیشتری تجزیه می‌شود که باعث از بین رفتن اسید فیتیک می‌شود در نتیجه مقدار اسید فیتیک کاهش می‌یابد. نتایج تحقیق با یافته‌های Turk و همکاران (۲۰۰۰) و Andlid (۲۰۰۴) مطابقت داشت.

نتایج نشان داد که حضور لاکتوباسیل‌ها بر کاهش میزان اسید فیتیک مؤثر است (Oura *et al*., 1982; Lopez *et al*., 2003). با افزایش میزان مخمر، میزان اسید فیتیک کاهش می‌یابد. مقدار مخمر تأثیر بسزایی در کاهش میزان اسید فیتیک دارد به طوریکه با افزایش میزان مخمر، به دلیل تولید بیشتر آنزیم فیتاز، اسید فیتیک بیشتری تجزیه می‌شود که باعث از بین رفتن اسید فیتیک می شود در نتیجه مقدار اسید فیتیک کاهش می‌یابد. نتایج با یافته‌های Andlid (2004)، حجتی و همکاران (۱۳۹۴)، Urbano و همکاران (۲۰۰۰) و Arendt و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت.

- تأثیر نوع آرد و مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر میزان اسید فیتیک در خمیر و نان

آرد چاودار به دلیل داشتن آنزیم فیتاز بالاتر توانایی بیشتری در تجزیه و تخریب اسید فیتیک نسبت به آرد گندم دارد همچنین افزایش میزان مخمر در تیمارها، به دلیل تولید بیشتر آنزیم فیتاز سبب تجزیه بیشتر اسید فیتیک می‌شود. همچنین با افزودن گونه‌های لاکتوباسیل‌ها به دلیل ایجاد شرایط بهینه برای فعالیت آنزیم فیتاز و همچنین تشدید نمودن اثر مخمر در تخریب اسید فیتیک، میزان اسید فیتیک کاهش بیشتری می‌یابد. لذا با افزایش مقدار آرد چاودار و مقدار مخمر و همچنین باکتری اسید لاکتیک، همزمان مقدار بیشتری آنزیم فیتاز تولید شده و شرایط بهینه برای فعالیت فراهم می‌شود در نتیجه اسید فیتیک بیشتری از بین می‌رود (Andlid, 2004; Arendt *et al*., 2007).

- اثر پخت بر میزان اسید فیتیک در نان

مطالعات نشان می‌دهد که اسید فیتیک در حین پخت افزایش می‌یابد. دلیل اصلی این امر تبخیر رطوبت در حین فرایند پخت است که البته در ارتباط مستقیم با شرایط دمایی و زمانی پخت و نوع فر پخت می‌باشد. به دنبال پخت و تبخیر رطوبت از محصول، افزایش میزان اسید فیتیک در واحد خشک محصول مشاهده می‌گردد. در اثر فرایند پخت و حرارت اعمال شده، غیر فعال شدن آنزیم فیتاز و از طرف دیگر تبخیر رطوبت سبب افزایش اسید فیتیک (میلی گرم در ۱۰۰ گرم) در محصول می‌گردد (Karkle *et al*., 2010).

- تأثیر مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر میزان حجم مخصوص

با افزایش مقدار مخمر به سبب افزایش گاز تولیدی توسط مخمر، میزان حجم مخصوص افزایش می‌یابد. با توجه به نوع ماده عمل آورنده در تحقیق نمونه‌های حاوی خمیر ترش نسبت به نمونه‌های مخمری دارای حجم مخصوص بیشتری بودند زیرا باکتری‌ها با تولید اسید لاکتیک محیط را اسیدی کردند که همین کاهش pH سبب تحریک مخمر و لاکتوباسیلوس‌ها شده و گاز بیشتری تولید می‌شود.

- تأثیر نوع آرد بر میزان حجم مخصوص

با غنی کردن آرد گندم با آرد چاودار و افزایش نسبت آرد چاودار در نمونه‌ها، حجم مخصوص افزایش می‌یابد. آرد چاودار نسبت به آرد گندم گلوتن کمی دارد و با غنی‌سازی، گلوتن گندم کمتر شده ولی به دلیل وجود آنزیم آمیلاز و

دیگر پروتئین‌های موجود در آرد چاودار، تضعیف گلوتن در حدی نبوده است که پروتئین‌ها نتوانند گاز را در خود نگه دارند لذا آنزیم آمیلاز با افزایش آرد چاودار نسبت به آرد گندم، بیشتر شده و قند بیشتری تولید می شود که سبب افزایش فعالیت مخمر شده و مخمر گاز بیشتری تولید می‌کند که گاز تولیدی سبب افزایش حجم می‌شود. نتایج با یافته هایVogel و همکاران (۱۹۷۷) وHui و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت داشت.

- تأثیر مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر میزان سختی بافت

در اثر فعالیت و رشد باکتری های اسید لاکتیک، pH محیط کاهش یافته و شرایط اسیدی فراهم می‌شود در نتیجه سبب چسبنده شدن خمیر، کاهش تحمل تخمیر، کاهش زمان هم زدن و پارگی بافت می‌شود (Lopez *et al.*, 2003). با اسیدی شدن محیط، آنزیم پروتئاز فعال شده و سبب هیدرولیز گلیادین و گلوتنین در طی زمان تخمیر خمیر ترش می‌شود. علاوه بر این تخمیر توسط خمیر ترش منجر به حل شدن و دپلیمریزه شدن ماکرو پلیمر گلوتن می‌شود در نتیجه به علت هیدرولیز گلوتن بافتی نرم حاصل می‌گردد زیرا گلوتن سبب سفتی بافت می‌شود (Loponen *et al.*, 2003). مخمر با تولید ترکیبات اگزوپلی ساکاریدی سبب حفظ آب و نرمی نان می‌شود. همچنین مخمر به دلیل داشتن آنزیم آمیلاز و پروتئاز در نرمی بافت مؤثر است به طوری که آنزیم پروتئاز گلوتن را که خود سبب سفتی بافت می‌شود، تجزیه کرده و بافتی نرم تر حاصل می‌کند و آنزیم آمیلاز، نشاسته بیشتری را تجزیه کرده و دکسترین ایجاد می‌شود. دکسترین بین آمیلوز و آمیلو پکتین قرار می‌گیرد و از اتصال این دو زنجیره جلوگیری می‌کند که بیاتی نان را به تعویق می‌اندازد، نان نرم تر می‌شود و همچنین قندهای بیشتری نظیر مالتوز، دکسترین و پنتوزان ایجاد می‌شود. قندها، آب بیشتری را در خود حفظ می‌کنند در نتیجه رطوبت افزایش می‌یابد که با حفظ آب توسط قندها و افزایش رطوبت نرمی بافت ایجاد می‌شود (عزیزی و هادیان، ۱۳۹۰). نتایج با یافته های Hui و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت داشت.

- تأثیر نوع آرد بر میزان سختی بافت

علت سست‌تر شدن بافت نان در اثر اضافه کردن آرد چاودار، رقیق شدن گلوتن است چون چاودار گلوتن کمی دارد. در نتیجه شبکه خمیر تضعیف و بافت نان سست تر می‌شود. همچنین علت نرمی نان حاوی آرد چاودار نسبت به آرد گندم این است که پروتئین چاودار در تشکیل ساختمان شبکه گلوتنی نقش نداشته و نقش آن در نگهداری آب توسط پنتوزان‌ها می‌باشد همچنین در خمیر چاودار شبکه الاستیکی همانند خمیر گندم وجود ندارد و در خمیر چاودار نشاسته و پنتوزان‌ها به منظور جذب آب، با هم رقابت می‌نمایند و هر دو ژل‌های بسیار غلیظ تشکیل می‌دهند زیرا آب کافی برای رقیق شدن بیشتر، در اختیار ندارند. از این رو ساختار نهایی مغز نان چاودار بر پایه شبکه پروتئینی قرار ندارد بلکه بر اساس ژل سفتی از پلی ساکاریدهاست که همین سبب نرمی بافت می‌شود. نتایج تحقیق با یافته‌های پایان و سیدین اردبیلی (۱۳۹۰)، که نشان دادند افزایش آرد چاودار تأثیر چندانی بر میزان سختی نمونه‌ها ندارد؛ ولی در تحقیق پیشرو افزایش آرد چاودار سبب نرمی بافت شد، مغایرت داشت.

- اثر متقابل نوع آرد و مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر ارزیابی حسی داخلی نان

نمونه حاوی خمیر ترش بهترین امتیاز را از نظر عطر و طعم داشت زیرا لاکتوباسیلوس‌ها با تولید مواد آروما، دی استیل، استالدئید، استر، الکل عطر و طعم بهتری ایجاد می‌کنند و از طرفی به دلیل داشتن آنزیم آمیلاز، نشاسته را تجزیه و قند تولید می‌کنند که این نیز دلیل دیگری برای بهبود عطر و طعم می باشد (بلوریان و همکاران، ۱۳۸۷؛ حق پرست و همکاران، ۱۳۸۲). فعالیت پروتئیناز میکروبی یا پروتئیناز گندم هنگام تخمیر لاکتیکی با آزاد شدن آمینواسیدها همراه است که توسط مخمر مصرف‌شده یا اینکه در طول پخت به ترکیبات آروما تبدیل می‌گردد (Clarke &Arendt, 2005). همچنین با افزایش مخمر و طولانی شدن تخمیر به دلیل فرصت فعالیت بیشتر آنزیم ها و مخمرها، قند بیشتری تولید شده و عطر و طعم مطلوب ایجاد می شود (Meignen *et al.*, 2001). کیفیت بافت با افزایش خمیر ترش بهبود می‌یابد زیرا لاکتو باسیلوس‌ها با تولید آنزیم پروتئاز، روی گلوتن اثر گذاشته و خاصیت الاستیسیته گلوتن اصلاح و بهبود می‌یابد و بافتی یکنواخت

و فشرده تر ایجاد می‌شود (Clarke & Arendt, 2005). در مورد آرد چاودار با توجه به نتایج حاصله با افزایش بیش از حد چاودار رنگ مغز نان تیره تر و عطر و طعم نامطلوب ایجاد می شود زیرا طعم تلخ ناشی از آرد چاودار از نظر ارزیاب‌ها به نان غیرقابل قبول بود. همچنین با افزایش مقدار مخمر و آرد چاودار، وجود خمیر ترش به دلیل مصرف قند، افزایش فعالیت مخمر و افزایش میزان آنزیم، گاز بیشتری تولید شده در نتیجه ویژگی حفره‌ای و دانه‌ای بودن مغز نان بهبود می‌یابد (Didar, 2011).

- اثر متقابل نوع آرد و مقدار و نوع ماده عمل آورنده بر ارزیابی حسی خارجی نان

با وجود خمیر ترش رنگ پوسته تیره تر می‌شود زیرا قندهای بیشتری تولید شده و در اثر پخت در اثر واکنش میلارد رنگ تیره تر ایجاد می شود. با افزایش آرد چاودار به دلیل تیرگی رنگ آرد، رنگ پوسته تیره تر خواهد شد (Hui *et al.*, 2006). با افزایش مقدار مخمر ترک و پارگی نان افزایش می‌یابد زیرا گاز بیشتری تولید شده، نان توانایی نگهداری گاز را در خود نداشته و گاز تولیدی به سبب خارج شدن از نان پارگی و ترک ایجاد می‌کند. با افزایش مقدار آرد چاودار به دلیل افزایش قدرت کشش خمیر، نمی‌تواند گاز بیشتری در خود نگه دارد و با خروج گاز ترک ایجاد می‌شود. لاکتو باسیلوس‌ها در خمیر ترش ترکیباتی ایجاد می‌کنند که باعث افزایش کشش گلوتن شده و اجازه افزایش بیش از حد به نان را نمی‌دهند در نتیجه ترک و پارگی افزایش می‌یابد (عزیزی و هادیان، ۱۳۹۰؛ Hui *et al.*, 2006).

نتیجه‌گیری

تأثیر تیمارهای مختلف بر روی خمیر و نان تست نشان داد که استفاده از خمیر ترش حاوی ۱٪ مخمر به همراه باکتری اسید لاکتیک (لاکتوباسیلوس سانفرانسیسسنسیس به میزان 10^3 cfu/gr)، اختلاط آرد گندم با چاودار به نسبت ۹۰٪ به ۱۰٪ ، با توجه به شرایط و امکانات موجود بهترین تیمار برای کاهش اسید فیتیک در خمیر و نان تست خواهد بود که این تیمار دارای بیشترین حجم مخصوص و بهترین امتیاز از نظر ویژگی های رنگ، عطر و طعم و نرمی بافت بود که ارزیاب ها برای این تیمار بهترین امتیاز را در نظر گرفتند. نتایج مشابهی اعم از استفاده از خمیر ترش به منظور بهبود طعم و ویژگی‌های حسی توسط بلوریان و همکاران (۱۳۸۷)، شمشیرساز و همکاران (۱۳۸۷) ، Didar (2011) و سرافراز و همکاران (۱۳۸۷) گزارش شده است.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله از پروردگار متعال که تمام دست آوردهایشان حاصل لطف و کرم او می دانند، تشکر و عاجزانه خواستار استمرار محبت بی پایان آن خالق یکتا می باشند.

منابع

اعوانی، م. (۱۳۹۰). بررسی راهکارهای مؤثر در کاهش میزان اسید فیتیک در نان ها، بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، تهران، دانشگاه صنعتی شریف

آقا قلی زاده، ر.، عزیزی، م. و سحری، م. (۱۳۹۶). بهبود شرایط تخمیر نان لواش، فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۷۱، شماره ۱۰، صفحات ۱-۱۰.

بلوریان، ش.، حداد خداپرست، م.، گلی موحد، غ. و افشاری، م. (۱۳۸۷). بررسی اثر تخمیر لاکتیکی (لاکتو باسیلوس پلانتاروم) بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، عطر و طعم، بیاتی و خصوصیات پوسته نان نیمه حجیم (باگت)، هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، مشهد

پایان، ر. (۱۳۷۷). تکنولوژی غلات و فرآورده های غلات. انتشارات نورپردازان. صفحات ۱۲۰-۱۳۵.

جمالیان، ج. و شیخ الإسلامی، ز. (۱۳۸۳). تأثیر عوامل تخمیر و درصد استخراج آرد بر میزان اسید فیتیک نان های سنگک و لواش ماشینی شهرستان مشهد، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره ۱، صفحات ۱۹۴-۱۸۳.

حق پرست، ه.، عزیزی، م.، سحری، م. و پیرایش فر، ب. (۱۳۸۶). اثر مواد عمل آورنده و زمان تخمیر بر کاهش اسید فیتیک نان حجیم، فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۴، شماره ۱، صفحات ۲۷-۳۴.

سرافراز، م.، عزیزی، م.، حمیدی اصفهانی، ز.، کریمی ترشیزی، م. و ظفری، ع. (۱۳۸۷). اثرات متقابل باکتری‌های لاکتیک اسید و مخمر نانوایی در تخمیر خمیر

ترش مایع، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، دوره ۳، شماره ۲، صفحات ۷۳-۸۰.

سعید فرجی، م. (۱۳۹۰). فیتیک اسید، ساختار، فواید و مضرات و روش‌های کاهش آن در غلات، کنگره ملی صنایع غذایی، تهران، ایران.

شمشیرساز، م.، میرزایی، ح. و عزیزی، م. (۱۳۸۷). تأثیر خمیر ترش بر کیفیت نان، مجله ترویج گیاهپزشکی، دوره ۲، شماره ۲، صفحات ۱۳-۲۰.

عزیزی، م. و هادیان، ز. (۱۳۹۰). تکنولوژی غلات و فرآورده ها، ۱. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. صفحات ۳-۴۰.

مجذوبی، م.، نعمت الهی، ز. و فرحناکی، ع. (۱۳۹۲). تأثیر سبوس گندم تیمار شده به روش هیدروترمال جهت کاهش مقدار اسید فیتیک بر خصوصیات فیزیکی و حسی بیسکوئیت، مجله علوم و صنایع غذایی ایران، سال هشتم، شماره ۳، صفحات ۱۷۱-۱۷۸.

موحد، س. (۱۳۹۰). علم نان، چاپ اول، انتشارات مرز دانش. صفحات ۸۰-۱۰۰.

میرشهیدی، م.، مقصودلو، ی.، خمیری، م. و قربانی، م. (۱۳۸۹). تأثیر مقدار مخمر و زمان تخمیر بر مقدار اسید فیتیک و ویژگی های ارگانولپتیکی نان بربری در شهرستان گرگان، مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی، دوره ۲، شماره ۲، صفحات ۱-۱۲.

نقی پور، ف.، صحرائیان، ب.، قیافه داودی، م.، کریمی، م. و شیخ الإسلامی، ز. (۱۳۹۲). مقایسه اثر زمان تخمیر اولیه، میانی و نهایی بر ویژگی های کمی و کیفی نان بربری، فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۱۰، شماره ۴۰، صفحات ۴۷-۵۵.

AACC. (1990). Approved Methods of Analysis of the American Association of Cereal Chemist, St, Paul, Minnesota, U.S.A.

Almana, H. A. (2000). Extent of phytate degradation in breads and various food consumed in Saudi Arabia. Food Chemistry, 70, 4, 451-456.

Andlid, T. A., Veide, J. & Sand berg, A. (2004). Metabolism of extracellular inositol phosphate (phytate) by Saccharomyces cerevisiae. International Journal of Food Microbiology, 97, 2, 157-169.

Arshadinezhad, Sh., Azizi, M. H. & Hamidi, Z. (2005). Effect of different fermentation conditions on phytic acid content of Barbary bread. Journal of Food Science and Technology, 2, 2, 1-11.

Chaoui, A., Farid, M. & Blashsen, R. (2003). Effect of natural starters used for sourdough bread in Morocco on phytate degradation. Eastern. Mediterranean Health Journal, 9, 1/2, 141-147

Clarke, C. & Arendt, E. K. (2005). A review of the application of sourdough technology to wheat breads. Advances in Food and Nutrition Research, 49, 137-161.

Connely, P. (2011). Nutritional Advantages and Disadvantages of Dietary Phytases: Part 1, Journal of Australlian Traditional Medicine Society, 17, 1, 21-24.

Corsetti, A., Gobbetti, M., Balestrier, F., Paoletti, F., Russi, L. & Rossi, J. (2008). Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. Journal of Food Science, 63, 2, 347-351.

Didar, Z. (2011). Effect of sourdough on phytic acid content and quality sangak bread. Journal of Food and Nutrition Sciences, 1, 115.

Faridi, H. A., Finney, P. L. & Rubenthaler, G. L. (1983). Effect of soda leavening on phytic acid content and physical characteristics of middle eastern breads. Journal of food Science, 48, 1654-1658.

Febles, C. I., Arias, A. & Hardisson, A. (2002). Phytic acid level in wheat flours. Cereal Science, 36, 19-23.

Fretzdorff, B. & Brummer, J. M. (1992). Reduction of phytic acid during breadmarking of whole-meal breads. Cereal Chemistry, 69, 3, 266-270.

Gargari, B. P. Mahboob, S. & Razavieh, S. V. (2007). Content of phytic acid and its mole ratio to zinc in flour and breads consumed in Tabriz, Iran. Food Chemistry, 100, 3, 1115–1119.

Gobbetti, M., Angelis, M., Corsetti, A. & Cagno, R. (2005). Biochemistry and physiology of sourdough lactic Acid Bacteria. Trends in Food Science & Technology, 16, 1-3, 57-69.

Gobbetti, M. & Corsetti, A. (1997) .Lactobacillus sanfransisco a key sourdough lactic acid bacterium: A review. Food Microbiology, 14, 175-187.

Harland, B. F. & Harland, J. (1980). Fermentative reduction of phytate in rye, white and whole wheat breads. Cereal Chemistry, 57, 3, 266-229.

Karkle, E. N. & Beleia, A. (2010). Effect of soaking and cooking on phytate concentration, minerals and texture of food type soybeans.Ciencia e Technologia De Alimentos, 30, 4, 1056-1060.

Lopez, H. W., Duclos, V., Coudray, C. & Krespin, V. (2003). Making bread with sourdough improves mineral bioavailablity of whole wheat flour in rats. Nutrition, 19, 524-530.

Loponen, J., Mikola, M., Katina, K., Sontag-Strom, J. & Salovara, H. (2004). Degradation of HMW glutenins during wheat sourdough fermentation. Cereal. Chemistry, 81, 1, 87-90.

Meignen, B., Onno, B., Gelinas, P., Infantes, M., Guilois, S. & Cahagneir, B. (2001). Optimization of sourdough fermentation with Lactobacillus brevis and bakery yeast. Food. Microbialogy, 18, 239-245.

Mahgoub, S. E. & Elhang, S. A. (1998). Effect of micronutrient supplementation on phytic acid content ofwheat, bran and flour. Soil and Water Research Journal, 12, 177-186.

Malakouti, M. J. (2011). Towards improving the quality of consumed breads in Iran: A review. Journal of Food Science and Technology, 8, 31, 11-21.

Matz, S. M. (1960). Bakery Technology and Engineering. Westport: the AVI Publishing Company, U.S.A.

Mosaddegh Mehrjardi, M. H., Dehghani, A., JahedKhaniki, G. R., Shah Hosseini, F., Hajimohammadi, B. & Nazary, N. (2014). Determination of phytic acid content in different types of bread and dough consumed in Yazd, Iran. Journal of Food Quality and Hazards Control, 1, 29-31.

Orth, R. A. & Pushuk, W. (1972). A comparative study of the proteins of wheats of diverse baking qualities. Cereal Chemistry, 49, 268-275.

Osman, M. A. (2004). Change in sorghum enzyme inhibitors, phytic acid tannis and in vitro protein digestibility occurring during Khamir fermentation. Food Chemistry, 88, 129-134.

Oura, E., Suomalainen, H. & Viskart, R. (1982). Breakmarking. In: Fermented Foods. Academic Press, London, pp. 87-146.

Paramithiotis, S., Gioulatos, S., Tsakalidou, E. & Kalantzopoulos, G. (2006). Interactions between Saccharomyces Cerevisiae and lactic acid bacteria in sourdough. Process Biochemistry, 41, 12, 2429-2433.

Pomeranz, Y. (1990). Wheat: chemistry and technology, fourth edition, Acdemic press. ST poal minessota ed. pp 95-100.

Plaami, S. (1997). Myoinositol phosphates: Analysis, content in foods and effect in nutrition. Food Science and Technology, 30, 7, 633-647.

Qazi, I-M., Wahab, S., Shad, A. & Zeb Ayab, M. (2003). Effect of different fermentation time and baking on phytic acid content of whole wheat flour bread. Asian Journal of Plant Science, 2, 8, 597-601.

Qarooni, J. (2004). Flat Bread Technology, 22-58.

Rajabzadeh, N. (2008). Bread Technology. 5th edition. Tehran University publishing Institute. Pp, 376-389.

Rimbach, G. & Pallauf, J. (1998). Phytic acid inhibits free radical formation in vitro but does not affect liver oxidant or antioxidant status in growing rats. Journal of Nutrion, 128, 1950-1955.

Sanz-Penella, G. M., Tamayo-Ramos, J. A., Sanz, Y. & Haros, M. (2009). Phytate Reduction in Bran-enriched Bread by Phyase Phytase Producing Bifidobacteria, Journal of Agricaltural & Food Chemistry, 57, 10239-10244.

Sedaghati, M., Kadivar, M., Shahedi, M. & Soltanzadeh, N. (2011). Evaluation of the effect of fermentation, hydrothermal treatment, sods and table salt on phytase activity and phytate content of three iranian wheat cultivars. Journal of Food Sciences and Technology, 13, 1065-1076.

Shamsoddin, A. M., Vucenik, I. & Cole, K. E. (1997). IP6: A novel anti-center agent. Life Science, 61, 343-354.

Turk, M., Sand berg, A. S., Garlson, N. G. & Lid, T. S. (2000). Inositol hexaphosphate hydrolysis by baker syeast. Capacity kinetics and degradation products. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 48, 100-104.

Urbano, G., López-Jurado, M., Aranda, P., Vidal-Valverde, C., Tenorio, E. & Porres, J. (2000).The role of phytic acid in legumes: antinutrient or beneficial function. Journal of Physiology and Biochemistry, 56, 3, 283-294.

Vogel, S., Gobezie, A. & Gifawesen, C. (1977). Engera-a fermented pancake-like bread of Ethiopia. In: K.Steinkraus, R. E. Cullen, C. S. Pederson, L. F. Nelis (Eds), Handbook of

Indigenous Fermented Foods. Marcel Dekker, New York, pp. 162-173.

Vohra, P., Gray, G. A. & Kratzer, F. H. (1965). Phytic acid-metal complexes. Proc. Soc. Exp. Biol, 120, 2, 447-454.

Zhou, J. R. & Erdman, J. W. (1995). Phytic acid in health and disease. Critical Review of Food Science and Nutrition, 5, 495-508.