نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۳ شماره ۲/ سال ۱۳۹۲

تاثیر کفیران بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی گندم و آرد و خواص رئولوژیکی خمیر

منصوره سلیمانی فرد[۱*]، مهران اعلمی[۲]، فرامرز خداییان چگنی[۳]، گودرز نجفیان[۴]، علیرضا صادقی ماهونک[۲] و مرتضی خمیری[۵]

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۲۹

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۲] استادیار دانشکده صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۳] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی تهران
[٤] دانشیار بخش غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
[۵] دانشیار دانشکده صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[*]مسئول مکاتبه Email: mansoore.soleimani@yahoo.com

چکیده

کفیران یکی از متابولیت های خارجی میکروبی است که توسط باکتری‌ها و قارچ‌های موجود در دانک کفیر، طی رشد تولید می‌شود. در این تحقیق، کفیران در سطوح ۱، ۲ و ۳٪ (بر حسب وزن آرد) به آرد گندم افزوده و اثرات آن بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر بررسی شد. ویژگی های فیزیکی -شیمیایی گندم ضعیف و آرد، توسط دستگاه اینفراماتیک و ویژگی‌های رئولوژی خمیر توسط دستگاه های فارینوگراف و اکستنسوگراف ارزیابی شد. نتایج آزمون های فیزیکی - شیمیایی گندم و آرد مورد مطالعه نشان داد که گندم مورد استفاده در مقایسه با استانداردها، وزن هکتولیتر، وزن هزار دانه، جذب آب، بازدهی آرد، عدد فالینگ بالا و در مقابل، سختی، گلوتن مرطوب، رطوبت، پروتئین، شاخص زلنی و عدد رسوب SDS پایینی از خود نشان داد. نتایج حاصل از فارینوگرافی خمیر نشان داد افزودن کفیران منجربه افزایش معنی دار ($P<۰/۰۵$) جذب آب، زمان گسترش، زمان خروج از خط ۵۰۰ برابندر و ارزش والریمتری خمیر شد، در حالی که نرم شدن خمیر بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه و همچنین شاخص تحمل به اختلاط در مقایسه با خمیر شاهد به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) کاهش یافت، با این وجود در پایداری خمیر، تغییر معنی داری ($P<۰/۰۵$) ملاحظه نشد. نتایج اکستنسوگرافی خمیر نشان داد با افزودن کفیران، مقاومت خمیر به کشش پذیری و میزان انرژی لازم برای کشش خمیر، در زمان ۹۰ دقیقه تخمیر، افزایش معنی داری ($P<۰/۰۵$) داشت، در حالی که، کشش پذیری خمیر به طور معنی داری ($P<۰/۰۵$) کاهش یافت. به عنوان نتیجه نهایی می‌توان بیان کرد، گرچه کفیران تاثیر معنی داری ($P<۰/۰۵$) در افزایش پایداری خمیر نداشت، ولی منجر به افزایش مقاومت به کشش و کاهش شاخص تحمل به اختلاط خمیر و همچنین درجه نرم شدن خمیر بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه شد. بنابراین می‌توان از کفیران در بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر ضعیف و افزایش تحمل آن به شرایط عمل‌آوری استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: آرد، اکستنسوگراف، خمیر، فارینوگراف، کفیر، کفیران، گندم

Effect of Kefiran on physicochemical characteristics of wheat and flour and rheological properties of dough

M Soleimanifard[1], M Alami[2], F Khodaiyan Chegeni[3], G Najafian[4], A Sadeghi Mahoonak[1] and M Khomeiri[5]

Received: August 6, 2012 Accepted: May 19, 2013

[1] MSc, Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
[4] Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
[5] Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[*]Corresponding Author: Email: mansoore.soleimani@yahoo.com

Abstract

Kefiran is an exopolysaccharide which is produced mainly by lactic acid bacteria and fungi in kefir grains during growth. In this study, kefiran was added at levels of 1, 2 and 3% w/w (flour basis) to wheat flour and its effects on physicochemical characteristics of wheat and flour and rheological properties of dough was investigated. Physicochemical properties of wheat and its flour were analyzed by inframatic and the rheological of dough by farinograph and extensograph instruments. The results of physicochemical properties of the tests wheat and its flour showed that wheat had hectoliter and thousand seed weight, water absorption, flour yield and falling number higher than standards, whereas its hardness, wet gluten, moisture and protein content along with zeleny index and SDS-sedimentation height were higher than those of standards. Results of farinograph evaluation of dough showed that addition of kefiran significantly ($P<0.05$) increased dough water absorption, dough development time, departure time and valorimeter value, while decreased mixing tolerance index and dough degree of softening after 10 and 20 minutes. Nevertheless, dough stability did not change significantly ($P<0.05$). The results of extensograph showed that kefiran significantly ($P<0.05$) increased resistance-to-extension and energy for extension in over the time while, dough extensibility was significantly ($P<0.05$) decreased due to increasing levels of kefiran. It was concluded even though kefiran had no significantly effect on dough stability, could significantly increase resistance-to-extension and decreased mixing tolerance index and dough degree of softening after 10 and 20 minutes. Therefore, kefiran can be used to improve rheological properties of weak dough and its processing conditions.

Keyword: Flour, Extensograph, Dough, Farinograph, Kefir, Kefiran, Wheat

مقدمه

دانه های کفیر، که دارای ویژگی ضد باکتریایی و ضد قارچی می‌باشند (رودریگس و همکاران ۲۰۰۵ و نینان و همکاران ۲۰۰۵)، در تولید نوشیدنی‌های تخمیری از شیر، از جمله کفیر به‌کار می‌روند و دارای خاصیت پروبایوتیک بوده و در سلامت انسان ممکن است مفید واقع شوند. ثابت شده است که میکروارگانیسم‌های کفیر، بیماری‌زا نیستند و حتی دیده شده، رشد بعضی از

مخمرها و باکتری‌های بیماری‌زا مثل کاندیدا آلبیکنس[1]، سالمونلا و شیگلا، در شیری که با دانه های کفیر تلقیح شده، متوقف می‌شود (نینان و همکاران ۲۰۰۵). دانه های کفیر علاوه برتولید نوشیدنی‌های تخمیری، اگزو پلی‌ساکارید کفیران[2] را نیز تولید می‌کنند. این اگزو پلی ساکارید به طور یکسان از گلوکز و گالاکتوز تشکیل شده است و نسبت به هیدرولیز کاملاً مقاوم می‌باشد. گزارشاتی در رابطه با حضور میکروفلورهای موجود در دانک‌های کفیر، در کفیران نیز وجود دارد (ریوییر و کویمانی ۱۹٦۷؛ تورینو و همکاران ۲۰۰۱؛ چیرسیلپ و همکاران ۲۰۰٦ و دی آنتونی و همکاران ۲۰۰۹). بنابراین کفیران علاوه بر داشتن خواص تغذیه ای، به دلیل ساختار پلی ساکاریدی و آب دوست، می‌تواند بر ویژگی‌های رئولوژیکی و کیفی مواد غذایی تاثیر مثبت و بسزایی بجا بگذارد. بنابراین می‌توان از آن در جهت بهبود ویژگی‌های مواد غذایی و فرآورده‌های نانوایی استفاده کرد، ضمن این که، از خواص تغذیه ای و درمانی آن به عنوان غذایی فراسودمند بهره‌مند شد. با توجه به این که، تا کنون در زمینه کفیران هیچ گونه مطالعه ایی در زمینه کاربرد آن در فرآورده‌های نانوایی انجام و گزارش نشده است، تصمیم به تولید و استخراج این اگزوپلی ساکارید طبیعی و استفاده از آن، در جهت ارتقاء خواص عملکردی خمیر و بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی آن گرفته شد. با توجه به اهمیت موضوع و شباهت ساختاری کفیران با هیدروکلوئیدها، در ذیل به نتایج برخی از پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی کاربرد هیدروکلوئیدها در نان و فرآورده‌های پختی اشاره شده است: روجاس و همکاران (۱۹۹۹)، اثر افزودن صمغ گوار، پکتین، آلژینات، کاپاکاراگینان و زانتان را بر ویژگی‌های خمیر آرد گندم بررسی کردند. آنها با استفاده از آمیلوگراف نشان دادند که افزودن این هیدروکلوئیدها در مقادیر ۰/۵ و ۱ درصد وزنی، موجب بهبود ویژگی‌های خمیر تولیدی می‌شود. کلار و همکاران (۱۹۹۹)، تاثیر صمغ زانتان را بر رفتار رئولوژیکی خمیر آرد گندم بررسی کرده و گزارش دادند افزودن زانتان باعث افزایش در قوام خمیر شده که به عنوان شاخصی در افزایش مقاومت به کشش خمیر نیز محسوب می‌شود. ریبوتا و همکاران (۲۰۰۵)، با بررسی واکنش صمغ‌های پکتین، کاپاکاراگینان و آلژینات سدیم با پروتئین گلوتن، به تاثیر آنها بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان پی بردند. نتایج بدست آمده نشان داد که آلژینات سدیم باعث افزایش کشش پذیری در خمیر می‌شود. همچنین به دلیل تشکیل کمپلکس‌های آبدوست صمغ‌های کاراگینان و پکتین با پروتئین گلوتن، قدرت خمیر افزایش یافت. راسل و فوئجدینگ (۲۰۰۷)، با بررسی واکنش بین هیدروکلوئید هیدروکسی پروپیل متیل سلولز با پروتئین گلوتن، علت افزایش پایداری و قوام خمیر حاوی این هیدروکلوئید را تشکیل شبکه ژلی هیدروکسی پروپیل متیل سلولز در حرارت های بالا (دمای ۸۵ درجه ساتی-گراد) در نظر گرفتند که باعث ایجاد قوام و استحکام به شبکه سراسری گلوتن می‌شود. نظر به این که، امروزه توجه بسیار زیادی، به استفاده از مواد طبیعی در ترکیب مواد غذایی، معطوف شده است و تا کنون نیز هیچ گزارشی جهت بررسی تاثیر کفیران (اگزو پلی ساکارید طبیعی) بر فرآورده‌های پختی و نان دیده نشده است، لذا این تحقیق به منظور بررسی تاثیر کفیران به عنوان یک بهبود دهنده در فرمولاسیون خمیر حاصل از یک گندم ضعیف و همچنین بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر حاصل، شکل گرفت.

مواد و روش‌ها

استخراج اگزو پلی ساکارید کفیران از دانه های کفیر

جهت استخراج اگزو پلی ساکارید تولید شده در دانک های کفیر، از روش قاسم لو و همکاران (۲۰۱۱)، با یکسری تغییرات جزیی استفاده شد. بدین منظور، مقدار

[1]. *Candida albicans*
[2]. Kefiran

مشخصی از دانه کفیر (نسبت ۱ به ۳) در آب جوش به مدت ۱ ساعت هم زده شد. مخلوط حاصل با استفاده از سانتریفوژ یخچال‌دار (مدل هانیل، کره جنوبی) در دور ۱۰۰۰ (g) به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شد. کفیران محلول، با افزودن اتانول سرد شده (به نسبت ۱ به ۷)، پس از ٢٤ ساعت نگهداری در دمای یخچال، جدا شد. محلول کلوئیدی حاصل (ژل کفیران و الکل) در سانتریفوژ یخچال‌دار در دور ۱۰۰۰ (g) به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ شد. رسوب حاصل به نسبت ۱ به ٥ با آب جوش مخلوط و دو بار شستشو داده شد. در نهایت محلول حاصل (کفیران) با استفاده از خشک کن تصعیدی (مدل اپرون، کره جنوبی) خشک و به صورت پودر تهیه شد.

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گندم و آرد

در این تحقیق، از گندم سرداری به عنوان گندم ضعیف، استفاده شد. برای نمونه‌ی یکنواخت شده از گندم سرداری، آزمون‌های مربوط به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی از جمله، وزن هزار دانه، وزن هکتولیتر، میزان بازدهی آرد و حجم نان حاصله (برای ٥٠٠ گرم خمیر) انجام شد. وزن هزار دانه توسط دستگاه اتوماتیک دانه شمار ٥٠٠ تایی تعیین شد (AACC به شماره ۸۱-٥٦). وزن هکتولیتر رقم گندم با استفاده از استاندارد ملی (۱۳٦۹) و شماره ۳۱۰٦ توسط دستگاه مخصوص تعیین وزن هکتولیتر تعیین شد. رطوبت، میزان جذب آب، پروتئین و حجم نان حاصل از گندم مربوطه، بر اساس استاندارد AACC (۲۰۰۰) و با استفاده از دستگاه اسپکتروسکوپی مادون قرمز (مدل Perten 9100، سوئد) تعیین شد. میزان بازدهی آرد بر اساس مقدار تولید آرد بر حسب گرم از ۱ کیلوگرم دانه گندم با درجه استخراج ۷۰ درصد محاسبه شد (AACC به شماره ۲٦A-۳۰). اندازه‌گیری گلوتن مرطوب و شاخص گلوتن توسط دستگاه گلوتوماتیک تعیین شد (AACC به شماره ۱۲A-۳۸). عدد فالینگ با استفاده از دستگاه فالینگ نامبر (مدل ۱٦۰۰، سوئد) اندازه‌گیری شد (AACC به شماره ۸۱-٦٥). همچنین مقدار خاکستر، رطوبت، پروتئین، عدد رسوب SDS[۳] و جذب آب آرد مطابق با روش‌های استاندارد AACC (۲۰۰۰) به ترتیب، به شماره‌های ۸۰۰۱، ۱٦-٤٤، ۱۲-٤٦، ٦۰-٥٦ و ۲۱-٥٤ تعیین شد. شاخص زلنی مربوط به آرد، با استفاده از دستگاه اسپکتروسکوپی مادون قرمز (مدل Perten 9100، سوئد) و روش AACC (۲۰۰۰) تعیین شد.

ارزیابی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر گندم

جهت ارزیابی ویژگی‌های فارینوگرافی، پارامترهایی نظیر میزان جذب آب، زمان توسعه خمیر، پایداری و مقاومت خمیر، درجه نرم شدن بعد از ۱۰ و ۲۰ دقیقه، زمان خروج خمیر از خط ٥۰۰ برابندر، زمان شکست، شاخص تحمل به اختلاط خمیر و عدد کیفی فارینوگراف با استفاده از روش AACC و شماره ۲۱-٥٤ توسط دستگاه فارینوگراف (ساخت شرکت برابندر، دویسبرگ، آلمان) اندازه‌گیری شد. جهت بررسی ویژگی‌های اکستنسوگرافی، پارامترهایی از جمله؛ بیشینه مقاومت خمیر به تغییر شکل (R_m)، قابلیت کشش پذیری (E)، نسبت این دو پارامتر به همدیگر (R_m/E) و سطح زیر منحنی که معرف میزان انرژی لازم جهت کشیدن خمیر است (A)، با استفاده از روش AACC و شماره ۱۰-٥٤ توسط دستگاه اکستنسوگراف (ساخت شرکت برابندر، دویسبرگ، آلمان) ارزیابی شد.

آنالیز آماری

به منظور آنالیز آماری داده‌ها و بررسی اطلاعات به دست آمده از آزمون‌های مختلف، از طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. به منظور تعیین اختلاف بین میانگین اعداد (سه تکرار برای ٤ تیمار) پس از آنالیز واریانس، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید. در تمام مراحل، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده

[3] . Sodium Dodecyl Sulfate- Sedimentation Test (SDS)

از نرم افزار SPSS (مدل ۱۶) در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی گندم

در جدول ۱ نتایج مربوط به بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گندم سرداری ارائه شده است. وزن هزار دانه گندم از مقدار متوسط (۳۵) بیشتر بود. وزن هکتولیتر دانه سرداری نیز از متوسط مقدار آن (۷۷/۲) برای گندم، در حد بالاتری قرار داشت، دلیل این دو موضوع به فشرده بودن بافت دانه گندم مربوط می-شود. مقدار پروتئین گندم سرداری کم بود. دلیل این امر می‌تواند به نوع گندم، واریته و شرایط محیطی گندم مرتبط باشد. در ارتباط با رطوبت، رطوبت گندم سرداری با توجه به رطوبت نسبی اقلیم ایران که در تابستان بسیار پایین است در حد پایینی قرار داشت. همچنین در رابطه با آسیب دیدگی و ناخالصی گندم، مشخص شد گندم سرداری دارای مقادیر بالایی از آسیب دیدگی و ناخالصی بود.

نتایج آزمون‌های شیمیایی آرد

نتایج مربوط به آزمون‌های شیمیایی آرد گندم سرداری در جدول ۲ ارائه شده است. همان طور که در جدول ۱ ذکر شد، مقدار پروتئین آرد گندم سرداری بر اساس استانداردهای AACC (۲۰۰۰) در رده ضعیف‌ترین گندم‌ها قرار داشت. مقدار خاکستر تا حدود زیادی مربوط به مقدار سبوس موجود در گندم می‌باشد و ارتباط بسیار نزدیکی با راندمان یا بازدهی آرد دارد، که در این آزمون در حد ۱/۰۱ شد. بر اساس نتایج گلوتوگراف و استاندارد AACC (۲۰۰۰) مشخص شد در کمترین مقدار مجاز برای تهیه نان قرار داشت. مطابق با آخرین گزارش اداره غله، در صورتی که شاخص گلوتن بین ۲۰ تا ۲۹٪ ارزیابی شود، گندم ضعیف تلقی می‌شود، که در این تحقیق شاخص گلوتن (۱٤/٦۷)، نسبت به استاندارد آرد نان، (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۷٤) در سطح نسبتاً پایینی قرار داشت. گندم هایی جهت ارتقای کیفیت پخت و فرآورده نهایی (نان) استفاده می‌شوند که عدد فالینگ آن حدود ۳۵۰-۳۰۰ باشد. در این تحقیق مقدار عدد فالینگ (۳۵۰) در حد مطلوبی بود. در ارتباط با میزان بازدهی آرد گندم، درصد بازدهی گندم سرداری در حد قابل قبولی قرار داشت.

نتایج تاثیر اگزو پلی ساکارید کفیران بر رفتار فارینوگرافی خمیر آرد گندم ضعیف

با توجه به نتایج آزمون فارینوگرافی خمیر گندم در جدول ۳، مشخص شد افزودن اگزو پلی ساکارید کفیران و افزایش سطوح آن، منجر به افزایش قابل توجه و معنی‌داری ($P<0/05$) در جذب آب توسط خمیرها شد، به طوری که خمیر حاوی ۳٪ کفیران و خمیر شاهد، به ترتیب، بیشترین و کمترین میزان جذب آب را داشتند. از دلایل عمده افزایش جذب آب در تیمارهای کفیران نسبت به مخلوط آردی شاهد، می‌توان به وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار کفیران اشاره کرد که به واسطه تشکیل پیوندهای هیدروژنی و باند شدن با مولکول‌های آب، باعث افزایش جذب آب در تیمارهای حاوی کفیران شده است. اسمیتا و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر هیدروکلوئیدهایی مانند زانتان، صمغ عربی، کاراگینان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز را بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند، که با افزودن هیدروکلوئیدها و افزایش سطوح آنها، ظرفیت جذب آب خمیرها افزایش می‌یابد و دلیل این اثر را به بر هم کنش و درگیری بیشتر گروه-های هیدروکسیل موجود در هیدروکلوئیدها با گروه‌های عاملی موجود در آب گزارش کردند. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی تاثیر هیدروکلوئیدها و افزودن آرد سویا به فرمولاسیون خمیر آرد گندم، گزارش کردند که با افزودن ۱۰٪ آرد سویا و ۱٪ صمغ کتیرا به فرمولاسیون خمیر پیراشکی، میزان جذب آب توسط خمیر و نان حاصله به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. در مقایسه سطوح مختلف کفیران در خمیربا

افزودن ۱، ۲ و ۳٪ کفیران، هیچ گونه تغییر معنی‌داری ($P<0/05$) در پایداری نمونه‌های خمیر حاصل نشد. کتابی و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر اگزو پلی ساکارید استخراج شده از خمیر ترش را بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر گندم بررسی و بیان نمودند که افزودن اگزو پلی ساکارید مذکور هیچ گونه تاثیری بر مقاومت و پایداری خمیر ندارد. همچنین روسل و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند پایداری خمیرها، به طور متفاوتی تحت تاثیر هیدروکلوئیدهای مختلف قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، با افزودن صمغ‌های زانتان و آلژینات، پایداری و مقاومت خمیر افزایش می‌یابد، در حالی که استفاده از کاپا کاراگینان یا هیدروکسی متیل سلولز منجر به کاهش پایداری خمیرها می‌شود.

جدول ۱- نتایج آزمون‌های فیزیکی گندم ضعیف

ویژگی‌ها	گندم سرداری
وزن هزار دانه (گرم)	۳۸/۹۵±۲/۰۸
وزن هکتولیتر (کیلو گرم بر هکتولیتر)	۷۹/۳۰±۳/۱۲
پروتئین (٪)	۱۱/۵۰±۰/۲۷
حجم نان (برای ۵۰۰ گرم خمیر) (سانتی‌مترمکعب)	٦۳۱±۱۰/۱۳
رطوبت (٪)	۱۰/٦۰±۰/۳۱
جذب آب (میلی‌متر)	٦۱/۸۰±۲/۲٤

جدول ۲ - نتایج آزمون‌های شیمیایی برای آرد گندم ضعیف

ویژگی‌ها	آرد حاصل از گندم سرداری
رطوبت (٪)	۱۰/۰۰±۰/۰۷
پروتئین (٪)	۱۰/۸۰±۰/۰۲۰
خاکستر (٪)	۱/۰۱±۰/۰۵۰
گلوتن مرطوب (٪)	۲۵/۱۰±۳/۱٤
گلوتن خشک (٪)	۸/۳۷±۲/٤۸
شاخص گلوتن (٪)	۱٤/٦۷±۱/٦۳
عدد فالینگ (ثانیه)	۳۵۰±۱٤/۳٦
شاخص زلنی (میلی‌لیتر)	۲۹/۰۰±۱/۱۲
عدد رسوب SDS (میلی‌لیتر)	٤۷±۲/۲۸
جذب آب (میلی‌لیتر)	۵۰/٦±٦/۱۳
بازدهی آرد (٪)	۵۵/۲±۱/۳٦

در ارتباط با زمان خروج خمیر از خط ۵۰۰ برابندر، می‌توان بیان کرد، افزایش زمان خروج خمیر از خط ۵۰۰ برابندر، نمایانگر قوی شدن آرد است. افزودن کفیران و افزایش سطوح آن در خمیر، منجر به افزایش معنی‌داری ($P<0/05$) در زمان خروج خمیر از خط ۵۰۰ برابندر شدند. دلیل افزایش این فاکتور، افزایش تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین گروه‌های هیدروکسیل کفیران با آب و آرد و در نتیجه افزایش زمان گسترش خمیر و همچنین تشکیل کمپلکس پایدار و محکم کفیران با گلوتن در سطوح بالا می‌باشد که در نهایت منجر به افزایش زمان خروج خمیر از خط ۵۰۰ برابندر می‌شود. درجه نرم شدن خمیر رابطه مستقیمی با ضعیف بودن آرد دارد. در تحقیق ما، با افزودن سطوح مختلف کفیران، بعد از گذشت مدت زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه، تغییرات متفاوتی در درجه نرم شدن خمیر مشاهده شد، به طوری که، با افزودن سطوح ۱٪ و ۲٪ کفیران به خمیر، درجه نرم شدن خمیر نسبت به خمیر شاهد به طور معنی‌داری ($P<0/05$) افزایش یافت، دلیل این فرآیند احتمالاً رقیق

شدن شبکه گلوتن در اثر افزودن صمغ و نهایتاً ضعیف شدن مقاومت خمیر می‌باشد (داویدوو و همکاران ۱۹۹۶).

جدول ۳- نتایج تاثیر سطوح مختلف اگزو پلی ساکارید کفیران بر ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر گندم ضعیف

نوع خمیر / فاکتورها	شاهد	آرد + کفیران ۱٪	آرد + کفیران ۲٪	آرد + کفیران ۳٪
جذب آب (میلی‌لیتر)	^{c}۵۰/۶±۴/۳۸	^{b}۶۰±۵/۵۲	^{ab}۶۱/۱±۵/۴۵	^{*a}۶۳/۲±۸/۲۱
زمان ورود به خط ۵۰۰ برابندر (دقیقه)	^{a}۰/۷۵±۰/۰۵	^{a}۱±۰/۰۴۳	^{a}۱/۵±۰/۰۷۵	^{a}۲±۰/۱۳
زمان گسترش خمیر (دقیقه)	^{c}۱/۲۵±۰/۰۴	^{bc}۱/۵±۰/۰۱	^{b}۲±۰	^{a}۳±۰
زمان پایداری و مقاومت خمیر (دقیقه)	^{a}۳/۵±۰/۶۷	^{a}۳/۵±۰/۵۹	^{a}۳/۵±۰/۵۸	^{a}۳/۷۵±۰/۱۲
زمان خروج خمیر (دقیقه)	^{b}۴/۲۵±۰/۲۳	^{b}۴/۵±۰/۶۷	^{ab}۵±۰/۳۷	^{a}۵/۷۵±۰/۱۷
درجه نرم شدن بعد از ۱۰ دقیقه (درجه برابندر)	^{a}۵۵±۳/۱۸	^{a}۶۵±۶/۳۸	^{a}۶۰±۵/۱۰	^{b}۳۵±۴/۲۸
درجه نرم شدن بعد از ۲۰ دقیقه (درجه برابندر)	^{a}۸۵±۷/۰۱۵	^{a}۸۵±۷/۳۴	^{a}۸۷±۸/۶۳	^{b}۷۰±۱۰/۵۶
شاخص تحمل به اختلاط (درجه برابندر)	^{a}۷۵±۶/۲۵	^{a}۷۵±۶/۴۵	^{b}۶۴±۵/۲۳	^{b}۶۱±۷/۷۵
زمان شکست (دقیقه)	^{b}۶/۲۵±۰/۴۹	^{c}۵/۵±۰/۳۸	^{bc}۵/۷۵±۰/۶۸	^{a}۷/۴±۰/۴۳
عدد کیفی فارینوگرافی	^{c}۴۷±۲/۴۵	^{bc}۴۸±۲/۰۱۵	^{ab}۵۱±۴/۵۹	^{a}۵۳±۴/۳۲

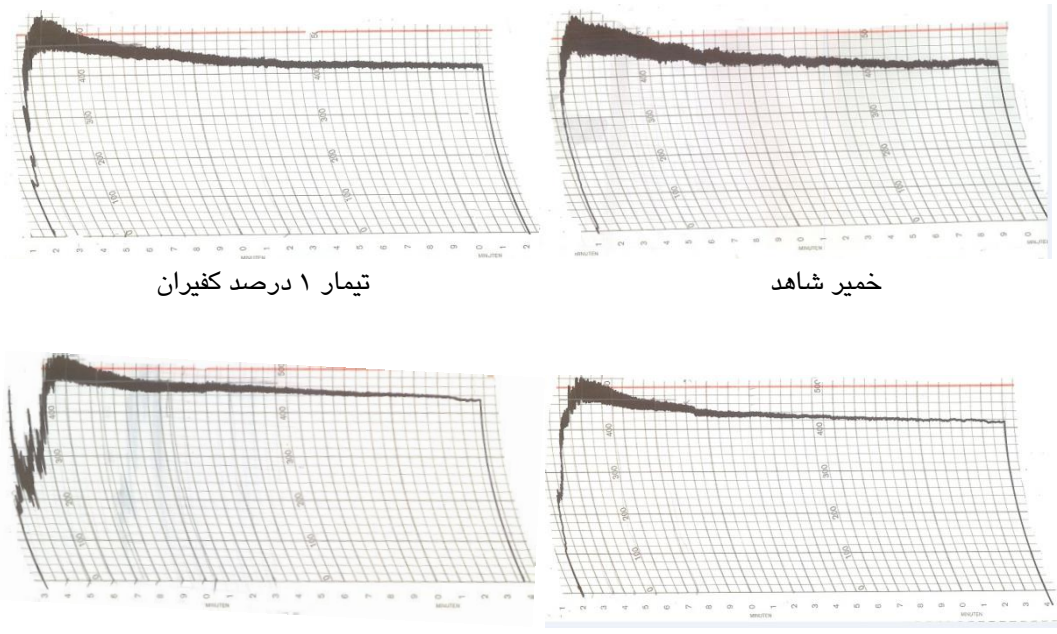
*حروف غیر یکسان در هر ردیف، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) می‌باشند.

گرچه نرم شدن خمیر حکایت از کاهش پایداری خمیر در سطوح ۱٪ و ۲٪ کفیران دارد، ولی کفیران در سطح ۳٪، نرم شدن را به طور معنی‌دار ($P<0/05$) و قابل توجهی نسبت به خمیر شاهد و تیمارهای ۱٪ و ۲٪ کفیران کاهش داد. به طور کلی تیمار ۳٪ کفیران، باعث سفت شدن خمیر و کاهش درجه نرم شدن خمیر بعد از مدت زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه شد. دلیل کاهش درجه نرم شدن در غلظت‌های بالا از کفیران، احتمالاً به دلیل تشکیل کمپلکس پایدارتر و قوی‌تر با گلوتن یا به عبارتی تشکیل شبکه ژلی قوی‌تر است که منجربه پایداری بیشتر در خمیر شده و در نهایت نرم شدن خمیر نیز کاهش می‌یابد. کتابی و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تاثیر اگزو پلی ساکارید موجود در خمیر ترش بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر گندم، به نتایج مشابهی

دست یافتند به طوری که با افزایش غلظت اگزو پلی ساکارید از ۰/۲۵ درصد به ۲ درصد، درجه نرم شدن خمیر بعد از زمان ۲۰ دقیقه، کاهش یافت. برخی محققین گزارش کردند با افزایش غلظت پلی ساکاریدها در غلات، از جمله گندم و چاودار، به دلیل جایگزینی مقادیر زیاد از آرابینوز با زایلوز، درجه نرم شدن خمیر نیز کاهش می‌یابد (لی و همکاران ۲۰۰۵). کوهاجدوار و کارورویکوا (۲۰۰۸) و پور اسماعیل و همکاران (۱۳۹۰) علت کاهش درجه نرم شدن را افزایش پایداری خمیر به واسطه افزودن هیدروکلوئیدها مطرح کردند. شاخص تحمل به اختلاط خمیر رابطه معکوسی با کیفیت آرد دارد. با افزودن کفیران در سطوح ۲٪ و ۳٪ به خمیر، شاخص تحمل به اختلاط در مقایسه با سطح ۱٪ کفیران و خمیر شاهد، به طور معنی‌داری ($P<0/05$) کاهش یافت. با وجود این که افزودن کفیران و افزایش سطوح آن، منجر به افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) در عدد کیفی فارینوگرافی شدند، ولی ارزش والریمتری در خمیر گندم، به فاکتورهایی مانند زمان گسترش خمیر و درجه نرم شدن آن بستگی دارد و با توجه به این نکته، که کفیران در سطوح بالا بر کاهش درجه نرم شدن خمیر موثر است، بنابراین سطح ۳٪ کفیران را می‌توان به عنوان بهترین سطح، جهت ایجاد شرایط مثبت در عدد والریمتری معرفی کرد. با توجه به شکل ۱، پهنای منحنی فارینوگرافی با افزودن کفیران و افزایش سطوح آن، به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت.لازاریدو و همکاران (۲۰۰۶) تاثیر هیدروکلوئیدهایی مانند آگاروز، زانتان، کربوکسی متیل سلولز و پکتین را بر خمیر نان گندم بررسی کردند و گزارش کردند هیدروکلوئیدهای مختلف رفتار و اثرات متفاوتی بر منحنی فارینوگرافی دارند به طوری که، زانتان، کربوکسی متیل سلولز، پکتین و آگاروز، به ترتیب، باعث کاهش قابل توجهی در ضخامت یا پهنای منحنی فارینوگرافی شدند.

نتایج تاثیر اگزو پلی ساکارید کفیران بر ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر گندم ضعیف

از دستگاه اکستنسوگراف برای تعیین قابلیت کشش خمیر یا به عبارت دیگر قابلیت کش آمدن خمیر در اثر نیروی وارده به آن تا حد پاره شدن و مقاومت در برابر کشش و نسبت این دو به یکدیگر استفاده می‌شود. ترکیبی متعادل از مقاومت خوب و کشش پذیری مطلوب، مشخصات یک نمونه خمیر مناسب می‌باشد. تاثیر کفیران بر ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر گندم، طی ٤٥، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه تخمیر در جداول ۷-٤ ارائه شده است. بر اساس نتایج جدول ٤، با افزودن ۱٪ کفیران به خمیر گندم، در هر سه زمان تخمیر، مقاومت به کشش خمیر نسبت به خمیر شاهد، به طور معنی-داری ($P<0/05$) کاهش یافت، ولی با افزودن سطوح ۲ و ۳٪ کفیران، مقاومت خمیر به کشش، در زمان‌های ٤٥ و ۹۰ دقیقه گرمخانه‌گذاری، در مقایسه با خمیر شاهد به طور معنی‌داری ($P<0/05$) افزایش یافت، با این وجود در زمان ۱۳۵ دقیقه تخمیر، بین تیمارهای حاوی ۱ و ۲٪ کفیران، تفاوت معنی‌داری ($P<0/05$) مشاهده نشد. افزایش مقاومت خمیر به کشش به دلیل خاصیت آبدوست بودن اگزو پلی ساکارید کفیران است که منجربه افزایش ویسکوزیته و سفت‌تر شدن خمیر می-شود. بدین صورت که کفیران مانند سایر اگزو پلی ساکاریدهای محلول در آب، در فاز پیوسته محیط قرار می‌گیرد، با افزایش تورم گرانول‌های نشاسته و این مواد از طریق جذب آب، غلظت این اگزوپلی ساکارید و نشاسته، در فاز پیوسته افزایش یافته و باعث افزایش چشمگیری در ویسکوزیته خمیر می‌شوند. به طور کلی استحکام خمیر با افزایش سطوح کفیران بیشتر شد که این اثر را می‌توان به تاثیر این اگزو پلی ساکارید در ممانعت از به هم پاشیدن خمیر و استحکام بیشتر گلوتن نسبت داد.



شکل ۱- مقایسه تاثیر سطوح مختلف کفیران بر فارینوگرام‌های خمیر گندم ضعیف

قمری و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی تاثیر عدد کیفی فارینوگرافی خمیر بر خواص کیفی نانوایی و رابطه آن با سایر پارمترهای رئولوژیکی گزارش نمودند که همبستگی مثبتی بین عدد کیفی فارینوگرافی و مقاومت خمیر به کشش وجود دارد که موافق با نتایج حاصل در این تحقیق بود. برخی محققین تاثیر اگزو پلی ساکارید موجود در خمیر ترش را بر خواص رئولوژیکی خمیر آرد گندم بررسی و گزارش نمودند با افزودن اگزو پلی ساکارید در سطوح (۰/۲۵، ۰/۵ و ۱٪) به خمیر در هر سه زمان تخمیر، مقاومت خمیر به کشش کاهش یافت (کتابی و همکاران ۲۰۰۹)، که مخالف با نتایج حاصل در این تحقیق در سطح ۱٪ بود. در این مرحله، نکته جالب و قابل توجه این که، با گذشت زمان و افزایش مدت زمان تخمیر، مقاومت در هر سطح، نسبت به زمان قبلی تخمیر، به طور معنی‌داری ($P<0/05$) کاهش یافت، به طوری که در زمان ۱۳۵ دقیقه، مقاومت تیمارهای کفیران نسبت به خمیر شاهد به طور معنی‌داری ($P<0/05$) کاهش یافتند. دلیل این فرآیند به این شرح است که با طولانی شدن زمان تخمیر و تولید اسید بیشتر توسط میکروفلورهای موجود در کفیران، pH خمیر به شدت کاهش می‌یابد. در این شرایط، پروتئین-های گلوتن شکسته و شبکه گلوتن به دلیل گسیختگی در باندهای نمک-پروتئین توسط عمل یون‌های هیدروژن و دناتوره شدن پروتئین‌ها، تضعیف می‌شود. همچنین کاهش pH طی تخمیر، منجربه فعال شدن آنزیم‌های پروتئولیتیک طبیعی موجود در آرد می‌شود، که به شکسته شدن بیشتر پروتئین‌ها و تضعیف شبکه گلوتن و نهایتاً کاهش مقاومت خمیر منتهی می‌شود. نتایج حاصل از تاثیر کفیران بر کشش پذیری خمیر گندم در جدول ۵ ذکر شده است. همانطور که ملاحظه گردید، افزودن کفیران و افزایش سطوح آن، در زمان‌های ٤٥ و ۹۰ دقیقه تخمیر، منجربه کاهش معنی‌داری ($P<0/05$) در کشش پذیری خمیرها نسبت به خمیر شاهد شد (جدول ۵). شدت کاهش کشش پذیری خمیرها با افزودن کفیران، در نتیجه ایجاد خمیر قوی‌تر، در اثر افزودن این نوع اگزو پلی ساکارید می‌باشد، که باعث کاهش

الاستیسیته و در نتیجه سریع‌تر پاره شدن خمیر می‌شود. در واقع در اثر ایجاد خمیر قوی‌تر، خمیر بیشتر همانند یک جسم جامد عمل می‌کند تا یک ماده ویسکوالاستیک. همچنین در این حالت، کرنش غیر قابل بازگشت، نسبت به کرنش برگشت پذیر کاهش می‌یابد. متلر و سیبل (۱۹۹۳) یک رابطه خطی بین افزودن پلی ساکاریدهای کربوکسی متیل سلولز و صمغ گوار به خمیر و کاهش کشش پذیری خمیرها گزارش کردند و دلیل عمده این تغییرات را، به تاثیر افزودن هیدروکلوئیدها بر مقاومت خمیرها گزارش کردند. برزگر و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی اثر زانتان، پکتین و گوار بر خواص رئولوژیکی خمیر بیان کردند، افزودن صمغ‌ها و افزایش در سطوح آنها، منجربه کاهش معنی‌داری در کشش پذیری خمیر می‌شود. پور محمدی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی تاثیر افزودنی‌های غذایی به خمیر گندم و جو بدون پوشینه گزارش نمودند که افزودن آنزیم ترانس گلوتامیناز به فرمولاسیون خمیر آرد گندم و جو منجربه کاهش کشش پذیری خمیر حاصل می‌شود که موافق با نتایج حاصل از تاثیر کفیران بر کشش پذیری خمیر آرد گندم بود. نسبت مقاومت به کشش خمیر به کشش پذیری آن، در کیفیت خمیر بسیار حائز اهمیت است. در جدول ٦ نتایج ضریب ویسکوالاستیک (R_m/E) ارائه شده است. همانطور که مشخص شد با افزودن سطوح ۱ و ۲٪ کفیران به خمیر گندم، در هر سه زمان تخمیر، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در ضریب ویسکوالاستیک خمیر، نسبت به تیمار شاهد مشاهده نشد، ولی افزودن کفیران در سطح ۳٪، در زمان‌های ٤٥ و ۹۰ دقیقه، منجربه افزایش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) در ضریب ویسکوالاستیک خمیرها شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اگزو پلی ساکاریدها می‌توانند با تغییر در نسبت مقاومت به کشش پذیری خمیرها، در بهبود کیفیت خمیر نقش بسزایی داشته باشند. بر اساس نتایج جدول ۷، انرژی خمیر یا سطح زیر منحنی اکستنسوگرام در زمان‌های ٤٥ و ۹۰ دقیقه، با افزودن کفیران به خمیر گندم، به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت، این پدیده به این معنی است که با افزودن کفیران، خمیر از نظر مقاومت و ضریب ویسکوالاستیک تقویت می‌شود. همچنین با افزایش سطوح کفیران در زمان‌های ٤٥ و ۹۰ دقیقه تخمیر، انرژی خمیر نسبت به خمیر شاهد و سطوح پایین‌تر کفیران، به طور قابل ملاحظه و معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت؛ به طوری که سطح ۳٪ کفیران و تیمار شاهد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان انرژی را داشتند. با این وجود، در زمان ۱۳۵ دقیقه، با افزایش سطوح کفیران، کاهش معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) در انرژی خمیرها مشاهده شد. احتمالاً این فرآیند به دلیل کاهش مقاومت خمیرها و ضعیف شدن شبکه گلوتن است که منجربه کاهش میزان انرژی لازم برای کشش پذیری خمیرها شده است. در برخی مقالات گزارش شد با افزودن سطوح ۰/۲۵ تا ۲٪ از اگزو پلی ساکارید خمیر ترش به خمیر آرد گندم، میزان انرژی لازم برای پاره شدن خمیر (به جزء سطح ۱/۵٪) کاهش یافت، همچنین با گذشت زمان از میزان انرژی لازم نیز کاسته شد (کتابی و همکاران ۲۰۰۹).

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین تاثیر کفیران بر ویژگی‌های اکستنسوگرافی خمیر

نمونه	زمان (دقیقه) ۴۵	۹۰	۱۳۵
مقاومت به کشش خمیر (R) (برابندر)			
خمیر شاهد	*c۱۷۸±۵/۶۸	b۱۴۰±۱۰/۲۸	a۱۴۰±۱۰/۱۵
آرد + ۱٪ کفیران	d۱۰۵±۱/۲۹	c۱۲۰±۱۰/۱۹	b۹۵±۵/۷۵
آرد + ۲٪ کفیران	b۱۹۵±۸/۲۷	b۱۴۵±۵/۴۵	b۹۵±۵/۵۴
آرد + ۳٪ کفیران	a۳۴۵±۱۸/۱۸	a۲۲۰±۱۸/۲۸	a۱۳۰±۱۲/۵۶
کشش پذیری خمیر (E) (میلی‌متر)			
خمیر شاهد	a۱۳۷±۳/۴۵	a۱۲۵±۵/۴۵	a۱۲۵±۵/۳۴
آرد + ۱٪ کفیران	b۱۲۰±۱۰/۱۸	b۱۱۵±۵/۵۳	b۸۵±۷/۲۹
آرد + ۲٪ کفیران	c۱۰۵±۹/۶۱	c۱۰۳±۳/۱۸۶	b۸۵±۵/۵۶
آرد + ۳٪ کفیران	c۱۰۰±۹/۲۳	c۹۵±۷/۱۴	b۹۲±۷/۴۴
ضریب ویسکوالاستیک (Rm/E) (میلی‌متر/ برابندر)			
خمیر شاهد	b۱/۲۹±۰/۵۳	b۱/۱۲±۰/۰۹	a۱/۱۲±۰/۰۵
آرد + ۱٪ کفیران	b۱/۲۹±۰/۰۵	b۱/۰۴±۰/۵	a۱/۱۱±۰/۱۴
آرد + ۲٪ کفیران	b۱/۸۵±۰/۲۰	b۱/۴۰±۰/۱۱	a۱/۱۱±۰/۳۸
آرد + ۳٪ کفیران	a۳/۴۵±۰/۳۷	a۲/۳۱±۰/۲۸	a۱/۴۱±۰/۱۴
انرژی (A) (سانتیمتر مربع)			
خمیر شاهد	c۳۹±۲/۱۵	d۲۴±۰/۱۸	a۱۹±۱/۱۳
آرد + ۱٪ کفیران	b۷۳±۵/۲۴	b۷۲±۱۰/۱۷	b۱۰±۵/۶۳
آرد + ۲٪ کفیران	b۷۵±۱۱/۵۳	c۷۰±۹/۲۶	b۹±۶/۳۷
آرد + ۳٪ کفیران	a۸۳±۱۳/۲۶	a۱۰۹±۱۵/۴۲	ab۱۴±۰/۴۱

*حروف غیر یکسان در هر ستون، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) می‌باشند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از تاثیر کفیران بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر نشان داد که افزودن کفیران منجربه بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر از جمله جذب آب، افزایش مقاومت به کشش پذیری خمیر، انرژی و ضریب ویسکوالاستیک خمیر، کاهش شاخص تحمل به اختلاط خمیر و درجه نرم شدن خمیر بعد از مدت زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه شد. در نهایت می‌توان بیان کرد که اگزو پلی ساکارید کفیران می‌تواند ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر را بهبود بخشد، ضمن این که از ویژگی‌های منحصر به فرد تغذیه‌ای آن، به عنوان یک ترکیب فراسودمند می‌توان بهره‌مند شد.

تشکر و قدردانی

انجام این تحقیق بدون همکاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر شهرستان کرج (بخش غلات، آزمایشگاه شیمی) امکان پذیر نبود، که کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع مورد استفاده

برزگر ح، حجتی م، و جوینده ح، ۱۳۸۸. اثر برخی هیدروکلوئیدها بر خواص رئولوژیک خمیر و بیاتی نان باگت. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. شماره۳، صفحه‌های ۱۰۸-۱۰۱.

بی نام، ۱۳٦۹. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. شماره ۳۱۰٦.

پور اسماعیل ن، عزیزی م ح، عباسی س، و محمدی م، ۱۳۹۰. فرمولاسیون نان بدون گلوتن با استفاده از گوار و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی. شماره ۱، صفحه‌های ۸۱-٦۹.

پور محمدی ک، اعلمی م، شاهدی م، و صادقی ماهونک ع، ۱۳۹۰. اثر ترانس گلوتامیناز میکروبی بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر حاصل از اختلاط آرد گندم و آرد جو بدون پوشینه. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی. جلد ۲۱، شماره ۳، صفحه‌های ۲۷۹-۲٦۹.

ذوالفقاری ز س، محبی م، حداد خداپرست م ح، ۱۳۹۰. تاثیر نوع پوشش هیدروکلوئیدی و افزودن آرد سویا بر ویژگیهای شیمیایی و فیزیکی پیراشکی. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی. جلد ۲۱، شماره ۱، صفحه‌های ۱۳۹-۱۲۷.

قمری م، پیغمبردوست س ه، و رشمه کریم ک، ۱۳۸۸. کاربرد عدد کیفی فارینوگراف در بررسی کیفیت نانوایی گندم. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. دوره ٦، شماره ٤، صفحه‌های ۳۳-۲۳.

AACC. American Association of Cereal Chemists, 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal chemist 10th ed. Vol.II. AACC. Method 44-16, 46-12, 54-10, 54-21, 56-60, 65-81 and 8001 American Association of Cereal Chemests st. Paul Minn.

Cheirslip B, Shimizu H, and Shioya S, 2006. Kinetic modelling of kefiran production in mixed culture of *lactobacillus kefiranofaciens* and *Sacchromyces cervisiae*. Process Biochemistry, 42: 570-579.

Collar C, Andreu P, Martinez JC, and Armeo E, 1999. Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: a response surface methodology study. Food Hydrocolloids. 13: 467–475.

Davidou S, Le Meste M, Debever E, and Bekaert D. 1996. A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid. Food Hydrocolloids, 10: 375–383.

De Antoni G, Zago M, Vasek O, Giraffa G, Carminati D, Briggiler Marco M, Reinheimer J and Sua´rez V, 2009. *Lactobacillus plantarum* bacteriophages isolated from Kefir grains: phenotypic and molecular characterization. Journal of Dairy Research, 23: 1-6.

Ghasemlou M, Khodaiyan F, and Oromiehie A, 2011. Physical, mechanical, barrier, and thermal properties of polyol-plasticized biodegradable edible film made from kefiran. Carbohydrate Polymers, 84: 477-483.

Ketabi A, Soleimanian-Zad S, Kadivar M, and 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.

Kohajdova Z, and Karovicova J, 2008. Influence of hydrocolloids on quality of baked goods. Acta Scientiarum Polonorum., Thechnologia Alimentaria, 7 (2): 43-49.

Kohajdova Z, Karovicova J, and Schmidt S, 2009. Significance of Emulsifiers and Hydrocolloids in Bakery Industry. Acta Chimica Slovaca, 2(1): 46 – 61.

Li Y, Lu J, Gu G, Shi Z, and Mao Z, 2005. Studies on waterextractable arabinoxylan during malting and brewing. Food Chemistry, 93: 33–38.

Mettler E, and Seible W, 1993. Effect of emulsifiers and hydrocolloids on whole wheat bread quality: a response surface methodology study. Cereal Chemistry. 70: 373-377.

Ninane V, Berben G, Romne JM, and Oger R, 2005. Variability of the microbial abundance of kefir grain starter cultivated in partially controlled conditions. Biotechnology Agronomy Society Environment, 9: 191-194.Ribotta PD, Ausar SF, Beltramo DM. and Leon AE, 2005. Interactions of hydrocolloids and sonicated-gluten proteins. Food Hydrocolloids. 19: 93–99.

Riviere JMW, and Kooiman P, 1967. Kefiran, a novel polysaccharide produced in the kefir grain Lactobacillus brevis. Archiv fur microbiologie, 59: 269-278.

Rodrigues KL, Caputo LR, Carvalho JC, Evangelista J, and Schneedorf JM, 2005. Antimicrobial and healing activity of kefir and kefiran extract. International Journal of Antimicrobial Agents, 25: 404-408.

Rojas JA, Rosell CM, and Benedito de Barber C, 1999. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. Food Hydrocolloids, 13: 27-33.

Rosell CM, and Foegeding A. 2007. Interaction of hydroxypropylmethylcellulose with gluten proteins: Small deformation properties during thermal treatment. Food Hydrocolloids, 21: 1092-1100.

Rosell CM, Rojas JA, and Benedito De Barber C, 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids, 15: 75-81.

Smitha S, Jyotsna R, KHyrunnisa B, and Indrani D, 2008. Effect of Hydrocolloids on rheological, microstructural and quality characteristics of parota- an unleavened Indian flat bread. Blackwell Publishing. 39: 267-283.

Torino MI, Taranto MP, Sesma F, and de Valdez G. 2001. Heterofermentative pattern and exopolysaccharide production by *Lactobacillus helveticus* ATCC 18507 in response to environment pH. Journal Applied Microbial, 91: 846-852.