

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL

پروپوزال

مركز آموزش  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



مركز آموزش  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI  
Scopus

مركز آموزش  
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

## کاربرد نشاسته مقاوم روی خصوصیات خمیر و نان بدون گلوتن

زینب غضنفرزاده<sup>۱</sup>، مهدی کدیور<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

<sup>۲</sup>استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی

*E-mail: z.ghazanfarzadeh@ag.iut.ac.ir*

*E-mail:kadivar@cc.iut.ac.ir*

### چکیده

استفاده از فیبرهای غذایی اثرات مفیدی بر سلامتی انسان و مقابله با چاقی دارد. اما فیبرهای رایج باعث تیرگی و کاهش مشتری پسندی محصول می شوند. بنابراین در طی سال های اخیر منابع فیبری جدید مورد توجه زیادی واقع شده اند. نشاسته مهمترین منبع کربوهیدرات در رژیم غذایی محسوب م شود. بخشی از نشاسته توسط آنزیم های موجود در دستگاه گوارش هضم نمی شود که به این بخش، نشاسته مقاوم گفته می شود. نشاسته جز اصلی در خمیر نان بدون گلوتن است و ساختار نان به ژلاینه شدن نشاسته بستگی دارد. نشاسته مقاوم تنها به صورت یک پرکننده عمل می کند و نمی تواند ژلاینه شود و توسط آنزیم های آمیلولیتیک هم تجزیه نمی شود و این باعث می شود که مخمرها نتوانند از آن استفاده کنند و باعث آهسته شدن تخمیر شوند. به علاوه حضور مقدار بالای گرانول های سالم نشاسته باعث افزایش پایداری در دیواره سلولی می شود که هر دوی این فاکتورها باعث تاثیر منفی روی حجم نان می شود و باعث پخش غیر یکنواخت سلول های هوا می شود. جایگزین کردن جزئی نشاسته با نشاسته مقاوم تاثیر منفی روی امتیازهای مربوط به کیفیت نمی گذارد. تاثیر روی خواص حسی محصول دیده نشد. نان های حاصل دارای فنریت بالا و چسبندگی کم بوده که روی پذیرش مصرف کننده موثر است. تفاوتی در میزان سختی و قابلیت جویده شدن مغز نان دیده نشد و به طور کلی استفاده از مقاوم در فرمولاسیون روی خواص ارگانولپتیکی نان تاثیر زیادی نداشته است اما نیاز به تصحیح مقدار آب جذب شده به دلیل قابلیت افزایش جذب آب نشاسته مقاوم وجود دارد.

**واژه های کلیدی:** نان بدون گلوتن ، نشاسته مقاوم ، فیبر ، رئولوژی خمیر

## ۱. مقدمه

بیماری سلیاک یک اختلال گوارشی روده کوچک ناشی از مصرف گلوتن است. افراد مبتلا به بیماری سلیاک پس از مصرف غذا- های حاوی گلوتن اختلالات گوارشی را بروز می دهند. این اختلال برای مدت زمان طولانی تر سبب آسیب پرزهای روده کوچک می شود [1]. تحقیقات برای کاهش سمیت گلوتن توسط اصلاح ساختاری پروتئین های آلرژیک تا کنون برای تکنولوژی مواد غذایی مفید واقع نشده است. تا به حال، تنها روش موثر برای درمان سلیاک پایبندی به رژیم غذایی عاری از این مواد حساسیت زا که برای روده کوچک سمی هستند، می باشد [2]. محصولات برای این گروه از افراد به طور عمده روی نشاسته نواحی مختلف، ذرت، برنج، سویا و آرد گندم سیاه استوار است.

محصولات بر پایه غلات، مانند نان، منبع مهمی از نشاسته را به مقدار فراوانی در مواد غذایی نشاسته ای موجود در بازار تشکیل می دهند. نشاسته تا حد زیادی توسط آنزیم های روده کوچک هیدرولیز می شود، اما بخش کوچکی از آن در مقابل هضم مقاومت می کند و سبب اثرات فیزیوشیمیایی مفیدی برای سلامتی بدن می شود، که به آن بخش از نشاسته، نشاسته مقاوم (RS) می گویند. در برنامه EURESTA در مورد مفهوم فیزیولوژیکی مصرف نشاسته مقاوم در انسان، نشاسته مقاوم به عنوان مجموع نشاسته و محصولات حاصل از تجزیه نشاسته که در روده کوچک افراد سالم جذب نمی شود، تعریف شده است. [3]. نشاسته مقاوم در چهار شکل یافت می شود [4]. نشاسته مقاوم نوع ۱ که در غلات و دانه های کامل و یا تا حدی آسیاب شده وجود دارد که از نظر فیزیکی توسط آنزیم های گوارشی غیر قابل دسترس است. نشاسته ای که به دلیل ماهیت گرانولی نشاسته، در برابر هضم مقاوم است نشاسته مقاوم نوع ۲ نامیده می شود. به نشاسته های غیر گرانولی کریستالی یا برگشت داده شده که در طی فراوری مواد غذایی تشکیل می شوند، نشاسته مقاوم نوع ۳ گفته می شود و نوع چهارم آن توسط اصلاحات شیمیایی تولید می شود [5].

در میان طیف وسیعی از ترکیبات عملگرایی موجود، نشاسته مقاوم به دلیل شرایط پری بیویک آن، به عنوان یک ماده کلیدی در بین چندین ماده غذایی انتخاب شده است. این بخش از نشاسته، پس از عبور از روده کوچک سالم مانده و وارد روده بزرگ می شود، که در آن جا ممکن است به عنوان سوپسترای رشد برای باکتری های روده ای مورد مصرف قرار گیرد و نقش حفاظتی در برابر سرطان روده بزرگ از طریق تخمیر آن توسط باکتری های روده به بوتیرات داشته باشد. [6]. اثرات مفید نشاسته مقاوم در سلامتی روده بزرگ شامل: افزایش تخمیر، افزایش جذب مواد معدنی مانند کلسیم، تغییر در ترکیبات میکرو فلور روده، از جمله افزایش بیفیدوباکتریوم ها و کاهش در سطوح پاتوژن ها و کاهش علائم اسهال می باشند [7]. اهمیت فیزیولوژیکی نشاسته مقاوم همچنین در رابطه با کنترل قند خون و همچنین کاهش کلسترول و جلوگیری از سرطان کولون مورد بررسی قرار گرفته است. در گزارش مشترک FAO / WHO [8]، که فیبرهای غذایی را اینگونه معرفی کرده اند: (فیبرهای رژیم غذایی که در مواد غذایی و محصولات غذایی واقع شده اند، شامل سلولز، همی سلولز، مواد پکتیکی، هیدروکلوئیدها، نشاسته مقاوم والیگوساکاریدهای مقاوم می باشند)، نشاسته مقاوم به عنوان بخشی از فیبر غذایی در نظر گرفته شده است. علاوه بر این، به نظر می رسد که نشاسته مقاوم یک ترکیب منحصر به فرد از نظر فیزیولوژی و خواص عملکردی در مقایسه با انواع فیبرها داشته باشد. مصرف فیبر و یا غذاهای حاوی فیبر در تمام کشورهای غربی در زیر سطوح توصیه شده می باشد. متوسط مصرف فیبرهای غذایی و نشاسته مقاوم در اروپا در حدود ۲۰ و ۴ گرم در روز است [9]. آکادمی ملی علوم موسسه پزشکی در ایالات متحده ایالات مصرف روزانه فیبر را برای مردان ۳۸ گرم در روز و برای زنان ۲۵ گرم در روز توصیه می کند [10]. مصرف ۶ تا ۱۲ گرم نشاسته مقاوم در یک وعده غذایی مشاهده شده که اثرات مفیدی بر روی سطح گلوکز و انسولین پس از صرف غذا داشته، در حالی که مصرف حدود ۲۰ گرم در روز نشاسته مقاوم در سلامتی دستگاه گوارش موثر است [11]. در حال حاضر، علاقه زیادی به نشاسته مقاوم به عنوان یک جزء عملگرا وجود دارد، و یا اینکه احتمال افزایش غلظت آن در محصولات غذایی از طریق شرایط فراوری وجود دارد [12]. تیمارهای فیزیکی و مکانیکی که طی فرایندهای تکنولوژیک در تولید مواد غذایی استفاده می - شود بر میزان و سرعت هیدرولیز نشاسته، و همچنین نقش نشاسته مقاوم در دستگاه گوارش انسان تاثیر می گذارد. مزایای

زیادتی در استفاده از منابع تولید شده تجاری نشاسته مقاوم در مواد غذایی وجود دارد. تولیدات تجاری نشاسته مقاوم به عنوان وسیله ای برای افزایش محتوای کل فیبرهای رژیم غذایی بدون تاثیر در طعم و بافت می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. وقتی نشاسته مقاوم به مواد غذایی مانند: نان، بیسکویت، محصولات شیرین، ماکارونی، غلات و ... اضافه می‌شود، می‌تواند مقدار فیبر را بدون تاثیر بر طعم و مزه افزایش دهد. با این حال، خمیر مخلوطی از آرد، آب، مخمر، نمک و مواد دیگر است. تقریباً همه مواد تشکیل دهنده رئولوژی خمیر را تا حدی تحت تاثیر قرار می‌دهند، اما بیشترین ویژگی‌های رئولوژیکی تحت تاثیر آرد، آب و هوا قرار می‌گیرند [13]. افزودن نشاسته جو به آرد گندم استحکام بین آرد و آب خمیر را کاهش می‌دهد، و آن با کاهش غلظت گلوتن در مخلوط نشاسته آرد همراه است.

## ۲. عملکرد خمیر

مراحل پخت نان به طور قابل توجهی خواص رئولوژی خمیر گندم و تست‌های فیزیکی بعدی خمیر را تحت تاثیر قرار می‌دهد. [14]. در طول مخلوط کردن خمیر، توزیع مواد، جذب آب و ورود انرژی برای کشش و در امتداد هم قرار گرفتن مولکول‌های پروتئین اتفاق می‌افتد که سبب تغییر شکل می‌گردد. وجود آب اتصال داده شده با سایر ترکیبات در فرمولاسیون خمیر به طور قابل توجهی رفتار مخلوط شدن و مخلوط شدن بیش از حد آردهای هیدراته را تغییر می‌دهد. [15,16]. جذب آب آرد به طور قابل توجهی با افزایش مقدار نشاسته مقاوم افزایش می‌یابد، که با یافته‌های گزارش شده برای نشاسته و نشاسته اصلاح شده از منابع مختلف [17,18]، هنگامی که با آرد گندم جایگزین می‌شوند، موافقت دارد. نشاسته در آردهای غنی شده با آن مسئول افزایش جذب آب فرمول می‌باشد. با کاهش مقدار پروتئین‌ها، زمان توسعه خمیر و پایداری مخلوط در درجات بالاتر جایگزینی آرد با نشاسته با ضعیف کردن شبکه گلوتهنی کاهش می‌یابد. ظاهراً، زمان توسعه خمیر هنگامی که ۱۰ یا ۲۰ درصد از نشاسته در فرمول گنجانده شود، کمی افزایش می‌یابد، اما تغییرات از نظر آماری معنی دار نیستند. احتمالاً، به این علت که، نشاسته به دلیل ظرفیت بالای اتصال آب آن، به سرعت در طول مخلوط کردن هیدراته می‌شود. احتمالاً این امر در فاز گلوتهنی رخ می‌دهد، در نتیجه زمان توسعه خمیر طولانی تر می‌شود. افزایش جایگزینی آرد با نشاسته مقاوم نیز سبب کاهش شدید در پارامتر زمان سقوط، و افزایش در شاخص مقاومت به مخلوط کردن می‌شود. با این حال، جایگزینی ۲۰٪ از آرد گندم با نشاسته مقاوم، افزایش قابل توجهی در جذب آب (تا ۶۸.۹٪) و کاهش زمان سقوط (تا ۲.۶۳ دقیقه) نشان داد، و زمان لازم برای رسیدن به حداکثر ثبات تغییری نشان نداد. در طی توسعه و پخت، حباب‌های گاز که در طول مخلوط کردن خمیر به هم پیوسته بودند، گسترش می‌یابند و در نتیجه حجم و هوادهی بافت محصول پخته شده نهایی را تعیین می‌کنند. این مراحل فرآوری سبب تغییرات در رفتار مکانیکی و حرارتی خمیر با پلیمرهای زیستی گلوتن و نشاسته می‌شود. افزایش در خصوصیات مانند سختی، صمغی بودن و چسبندگی در نمونه‌های خمیر با ۲۰ و ۳۰٪ از نشاسته مقاوم قابل توجه است. چسبندگی برای خمیرهایی با ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد جایگزینی آرد با نشاسته مقاوم در مقایسه با نمونه شاهد کمتر گزارش شده است، که گواه ساختار ماتریس پروتئینی سست شده می‌باشد. نشاسته مقاوم روی انعطاف پذیری و فریت آردهای هیدراته شده فرمول تاثیر ندارد. افزایش جایگزینی آرد با نشاسته مقاوم تا ۳۰٪، تاثیر منفی روی رفتار مکانیکی و ازدیاد طول خمیر دارد.

چسبندگی به صورت نیروی چسبنده هنگامی که دو سطح در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند، تعریف می‌شوند. در اغلب سیستم‌های غذایی، نیروی چسبندگی ترکیبی از یک نیروی چسبنده داخلی و یک نیروی چسبنده خارجی است. زمانی که

نیروی چسبندگی داخلی بالا است و نیروی چسبندگی خارجی کم است، مواد به صورت چسبنده مشاهده می شوند. بیشترین کاهش چسبندگی در ارتباط با افزودن ۳۰٪ از نشاسته مقاوم مشاهده شد. مشاهدات پارامترهای کششی تک محوره خمیر نشان داد، جایگزینی آرد با ۲۰٪ نشاسته مقاوم، اجازه حفظ پارامترهای مکانیکی و کششی خمیر را بدون تغییر قابل توجهی در قابلیت های مکانیکی خمیر می دهد. نشاسته مقاوم درجه حرارت خمیری شدن را تحت تاثیر قرار نمی دهد. گنجاندن نشاسته مقاوم به عنوان یک جزء جدید در فرمول، برهمکنش میان نشاسته، گلوتن و بخش محلول در آب خمیر را تحت تاثیر قرار می دهد، که در نهایت خواص رئولوژیکی خمیر و در پی آن کیفیت نان تحت تاثیر قرار می گیرند [19,20].

### ۳. کیفیت نان

جایگزینی آرد گندم با نشاسته مقاوم به طور قابل توجهی رطوبت نان را تغییر می دهد. حجم مخصوص نان نیز به طور قابل توجهی با جایگزینی ۱۰ تا ۳۰٪ آرد با نشاسته مقاوم در مقایسه با نمونه شاهد کاهش می یابد، بنابراین، در نسبت طول به عرض برش های نان برای نمونه های با ۲۰ و ۳۰ درصد جایگزینی آرد با نشاسته مقاوم یک کاهش قابل توجهی مشاهده می شود. به عنوان یک نتیجه کلی، پارامترهای بافت نان، بر این اساس تحت تاثیر قرار گرفتند. سختی نان و قابلیت جویدن آن به طور قابل توجهی هنگامی که مقدار نشاسته مقاوم زیاد می شود، افزایش می یابد، در حالی که فنریت، چسبندگی خارجی و انعطاف پذیری کمی، با ۳۰٪ از نشاسته مقاوم در فرمول تحت تاثیر قرار گرفتند و مساحت کل نان زمانی که مقدار نشاسته مقاوم افزایش می یابد، کاهش یافته است. این رفتار با کاهش در حجم مخصوص نان در ارتباط است. اندازه و تعداد منافذ در هر سانتی متر مربع از تکه های نان به طور قابل توجهی در نمونه با ۳۰٪ از نشاسته مقاوم کاهش می یابد که سبب تولید یک تکه نان متراکم تر می شود. نشاسته مقاوم احتمالاً با ضعیف تر کردن شبکه گلوتن، مانع شکل گیری و توسعه حباب های هوای ساختار و محدود کردن حباب های هوا به انبساط، می شود. غلظت پایین تر گلوتن و اتصال نشاسته مقاوم به دیواره های سلولی می تواند تحریف شکل حباب های هوا، تغییرات اندازه حباب های هوا و توزیع حباب های هوا را در نان های دارای نشاسته مقاوم نسبت به نان شاهد توضیح دهد. هیدراته شدن سریع نشاسته مقاوم در طی فراوری به دلیل ظرفیت بالای اتصال آب آن (۳ گرم / گرم ماده خشک)، احتمالاً در توسعه فاز گلوتن، سبب از دست دادن انعطاف پذیری پلیمرهای زیستی می شود [21]. کاهش انعطاف پذیری و تضعیف شبکه گلوتن، همراه با گسترش پیوسته گاز ناشی از پارگی دیواره های سلولی که منجر به تعداد بیشتری از سلول های به هم آمیخته می شود پس از افزودن نشاسته مقاوم به فرمولاسیون نان مشاهده شد. در این مورد، کاهش حجم مخصوص قرص نان و بافت سخت تر نان دارای نشاسته مقاوم، به عنوان ویژگی های ماکروسکوپی، همراه با تخلخل متراکم و ناهمگون به عنوان ویژگی های دانه ای نان دارای نشاسته مقاوم مطرح است. تجزیه و تحلیل حسی نشان داد که نمرات نرم بودن تکه های نان بین نمونه ها مشابه است و کشش و الاستیسیته نمونه های نان با نشاسته مقاوم بالاتر از نان شاهد است. ارزیابی حسی روی ویژگی های بصری و بافتی، نتایج به دست آمده با روش های دستگاهی را تایید کرد. طعم و مزه و بوی نان رتبه های پایین تری برای نان های دارای نشاسته مقاوم نسبت به نان کنترل تقریباً بدون در نظر گرفتن درجه جایگزینی آرد کسب کرد. به عنوان یک روند کلی، نان های دارای نشاسته مقاوم تا ۲۰٪ جایگزینی با آرد از نظر حسی پذیرفته شدند [19,20].

## ۴. ویژگی های تغذیه ای

گنجاندن نشاسته مقاوم در فرمولاسیون نان، مقدار کل فیبرهای تغذیه ای در محصول نهایی را افزایش می دهد. افزایش فیبر در محصول نهایی به عنوان نشاسته مقاوم بی رنگ و بدون مزه به عنوان یک راه جالب برای افزایش مصرف فیبر توسط مصرف کنندگان به نظر می رسد. نشاسته مقاوم، به عنوان یک جزء عملگرا، می تواند در فرمولاسیون نان تا جایی که سطوح نشاسته مقاوم در کیفیت حسی نان تغییرات غیر قابل قبول ایجاد نکند (۱۰-۲۰٪ از جایگزینی آرد) مورد استفاده قرار گیرد. محتوای نشاسته مقاوم بعد از پخت به طور قابل توجهی افزایش می یابد. بر طبق توصیه های سازمان بهداشت جهانی برای مصرف روزانه نان (۲۵۰ گرم نان / نفر)، فیبر رژیم غذایی، توسط نان با ۱۰-۲۰٪ از نشاسته نخود اصلاح شده، که دارای نشاسته مقاوم است، می تواند بین ۱۳.۷ گرم و ۱۴.۲۵ گرم با سطح بالایی از نشاسته مقاوم تامین شود. به عنوان یک فیبر عملگرا، نشاسته مقاوم در فرمولاسیون نان تا حدی سبب تغییرات مثبت در اختلاط خمیر (افزایش جذب آب) و خواص حرارتی نشاسته (تاخیر / کاهش رترোগراداسیون آمیلوپکتین) شود. مصرف بیش از حد نشاسته مقاوم تاثیر منفی روی رفتار مخلوط کردن خمیر دارد. با این حال، جایگزینی آرد با نشاسته تا ۲۰ درصد باعث حفظ پارامترهای مکانیکی، کششی و ویسکوزیته خمیر بدون تغییر قابل توجهی از قابلیت مکانیکی خمیر می شود. با توجه به این واقعیت که نشاسته مقاوم به طور قابل توجهی قابلیت مکانیکی خمیر را در طول فرآیند تحت تاثیر نمی گذارد و ارزش تغذیه ای محصول را افزایش می دهد، می تواند به عنوان یک ترکیب جدید در فرمولاسیون محصولات غله ای مانند پیتزا، کیک و یا کوکی که در آن رقت گلوتن به طور معنی داری روی کیفیت از نظر حجم محصول نهایی تاثیر نمی گذارد، مورد استفاده قرار گیرد [19,20].

## ۵. خواص حرارتی نشاسته

ژلاتینه شدن نشاسته در طول فرآیند پخت نان با استفاده از اسکن کالریمتری افتراقی قابل مشاهده می باشد. آنتالپی ژلاتینه شدن نیز به طور قابل توجهی با افزایش نشاسته مقاوم کم می شود. با این حال، تنها نشاسته ای است که ژلاتینه می شود، نشاسته گندم آرد می باشد و نشاسته مقاوم جزء نشاسته پیش ژلاتینه شده می باشد. اگر آنتالپی ژلاتینه شدن در هر گرم از آرد بیان شود، مقادیر آن با افزایش مقدار نشاسته مقاوم در فرمول افزایش می یابد. این افزایش عمدتاً به دلیل محتوای آب بالاتر در فرمولاسیون زمانی که نشاسته مقاوم وجود دارد می باشد. ژلاتینه شدن نشاسته اغلب به صورت جذب آب، همراه با تورم در مناطق خاصی از گرانول و از دست دادن نظم کریستالی تفسیر می شود. بر خلاف ژلاتینه شدن، پدیده رترোগراداسیون نیز نشاسته را تحت تاثیر قرار می دهد [19,20].

## ۶. نتیجه گیری

جایگزین کردن جزئی نشاسته با نشاسته مقاوم تاثیر منفی روی امتیازهای مربوط به کیفیت و خواص حسی محصول نمی گذارد. نان های حاصل دارای فنریت بالا و چسبندگی کم بوده که روی پذیرش مصرف کننده موثر است. تفاوتی در میزان سختی

و قابلیت جویده شدن مغز نان دیده نشد. نشاسته مقاوم به طور قابل توجهی قابلیت مکانیکی خمیر را در طول فرآیند تحت تاثیر نمی گذارد و ارزش تغذیه ای محصول را افزایش می دهد و می تواند به عنوان یک ترکیب جدید در فرمولاسیون محصولات غله ای مانند پیتزا، کیک و یا کوکی مورد استفاده قرار گیرد و به طور کلی استفاده از نشاسته مقاوم در فرمولاسیون روی خواص ارگانولپتیکی نان تاثیر زیادی نداشته است اما نیاز به تصحیح مقدار آب جذب شده به دلیل قابلیت افزایش جذب آب نشاسته مقاوم وجود دارد.

## ۷. مراجع

- [1] Holtmeier, W., and Caspary, W. F., 2006. "Celiac disease". *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 1, 3.
- [2] Ribotta, P. D., Ausar, S. F., Morcillo, M. H., Perez, G. T., Beltramo, D. M., and Leon, A. E., 2004. "Production of gluten-free bread using soybean flour". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, pp. 1969–1974.
- [3] Asp, N. G., 1992. "Resistant starch: Proceedings from the second plenary meeting of EURESTA: European FLAIR concerted action No 11 on physiological implications of the consumption of resistant starch in man". *Eur J Clin Nutr*, 46(2), S1.
- [4] Brown, I., 1996 "Complex carbohydrates and resistant starch". *Nutr Rev*, 54, pp. 115–119.
- [5] Haralampu, S. G., 2000. "Resistant starch—a review of the physical properties and biological impact of RS3". *Carbohydr Polym*, 41, pp. 285–292.
- [6] Topping, D. L., Clifton, P.M., 2001. "Short-chain fatty acids and human colonic function: roles of resistant starch and nonstarch polysaccharides". *Physiol Rev*, 81, pp. 1031–1064.
- [7] Wronkowska, M., Soral-Smietana, M., Krupa, U., and Biedrzycka, E., 2006. "In vitro fermentation of new modified starch preparations—changes of microstructure and bacterial end-products". *Enzyme Microb Tech*, 40, pp. 93–99.
- [8] FAO/WHO., 1997. "Carbohydrates in human nutrition. In: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Annexes: Dietary Carbohydrate Composition". Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp. 14–18.
- [9] Asp, N. G., Van Amelsvoort, J. M. M., and Hautvast, J. G., 1996. "Nutritional implications of resistant starch". *Nutr Res Rev*, 9, pp. 1–31.
- [10] FNB. Food and Nutrition Board., 2005. "Dietary, functional and total fiber. In: Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids". National Academies Press, Washington: Institute of Medicine of the National Academies, pp. 339–421.
- [11] Murphy, M. M., Douglass, S. J., and Birkett, A., 2008. "Resistant starch intakes in the United States". *J Am Diet Assoc*, 108, pp. 67–78.
- [12] Soral Smietana, M., and Wronkowska, M., 2000. "Resistant starch of pea origin". *Zywnosc*, 7, pp. 204–212.
- [13] Spies, R., 1989. *Dough rheology and baked product texture*. Springer, New York.
- [14] Collar, C., and Bolla, C., 2005. "Relationships between dough functional indicators along breadmaking steps in formulated samples". *Eur Food Res Technol*, 220, pp. 372–379.
- [15] Collar, C., 2008. *Novel high-fibre and whole grain bread in Technology of functional cereal products*. chap 9. CRC Press, Boca Raton.
- [16] Rosell, C. M., Santos, E., and Collar, C., 2009. "Physicochemical properties of dietary fibers from different sources: a comparative approach". *Food Res Int*, 42, pp. 176–184.
- [17] Hung, P. V., Yamamori, M., and Morita, N., 2005. "Formation of enzyme resistant starch in bread as affected by high-amylose wheat flour substitutions". *Cereal Chem*, 82(6), pp. 690–694.
- [18] Hosney, R. C., and Smewing, J. O., 1999. "Instrumental measurement of stickiness of doughs and other foods". *J Texture Stud*, 30, pp. 123–136.
- [19] Korus, J., Wiczak, M., Ziobro, R., and Juszczak, L., 2009. "The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread". *food hydrocolloids*, 23, pp. 988–995.



- [20] Sanz-Penella, J. M., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M., Collar, C., and Horos, M., 2010. "Impact of the addition of resistant starch from modified pea starch on dough and bread performance". *Eur Food Res Technol*, 231, pp: 499-508.
- [21] Goesaert, H., Leman, P., and Delcour, J. A., 2008. "Model approach to starch functionality in bread making". *J Agr Food Chem*, 56, pp: 6423-6431.



# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL  
پروپوزال

پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI  
Scopus



آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو