



انتشارات، شماره ۴۹۹

تکنولوژی فرآورده های خمیری

فخری شهیدی

بهزاد ناصحی

آناهیتا راستگو

سرشناسه:	شهیدی، فخری، ۱۳۳۵ -
عنوان و نام پدیدآور:	تکنولوژی فراورده‌های خمیری / تألیف فخری شهیدی، بهزاد ناصحی، آناهیتا راستگو.
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی (مشهد)، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری:	۲۷۶ ص.
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۴۹۹.
شابک:	۲۰۰۰ ریال (ISBN: 978-964-386-166-7).
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا.
یادداشت:	ص.ع. به انگلیسی: Pasta technology
یادداشت:	واژه‌نامه.
موضوع:	ما کارونی.
موضوع:	ما کارونی — صنعت و تجارت.
شناسه افزوده:	ناصری، بهزاد، ۱۳۴۸ -
شناسه افزوده:	راستگو، آناهیتا، ۱۳۶۳ -
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد
رده‌بندی کنگره:	۲ ن ۳ م / ۴۳۵ QP
رده‌بندی دیویی:	۶۶۴/۷۵۵
شماره کتابشناسی ملی:	۱۱۳۶۰۵۶



انتشارات، شماره ۴۹۹

تکنولوژی فراورده‌های خمیری

تدوین و گردآوری

فخری شهیدی - بهزاد ناصحی - آناهیتا راستگو

ویراستار علمی

دکتر مهدی کریمی

وزیری، ۲۷۶ صفحه، ۱۰۰۰ نسخه، چاپ اول، زمستان ۱۳۸۶

امور فنی و چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

بها: ۲۰۰۰ ریال

فهرست مطالب

۹	پیشگفتار
۱۱	مقدمه
	فصل اول: چشم انداز فراورده‌های خمیری
۱۵	۱-۱ انواع فراورده‌های خمیری
۱۵	۱-۱-۱ فراورده‌های توپر
۱۶	۱-۱-۲ فراورده‌های توخالی
۱۷	۱-۱-۳ فراورده‌های غلتکی
۱۷	۱-۱-۴ فراورده‌های خمیری تازه
۱۸	۱-۱-۵ فراورده‌های خمیری محلی
۱۹	۱-۲ بازار فراورده‌های خمیری
۲۱	۱-۳ ارزش تغذیه‌ای
	فصل دوم: گندم دُرُوم
۲۳	۲-۱ مبدأ
۲۴	۲-۲ طبقه بندی و تکامل گندم‌های امروزی
۲۹	۲-۳ تولید گندم دُرُوم
۳۰	۲-۴ کیفیت و شکل دانه
۳۲	۲-۴-۱ بررسی ظاهری
۳۲	۲-۴-۲ وزن حجمی
۳۳	۲-۴-۳ نقاط سیاه
۳۳	۲-۴-۴ شیشه‌ای بودن
۳۳	۲-۴-۵ دانه‌های جوانه زده
۳۳	۲-۴-۶ آلودگی با سایر گندمها
۳۴	۲-۴-۷ کیفیت و کمیت پروتئین

۳۵	۲-۴-۸ درجه بندی
۳۷	۲-۵ فراورده‌های خمیری و مقررات
۳۸	۲-۶ تعیین خلوص
۴۲	۲-۷ روشهای ملکولی شناسایی تقلب

فصل سوم: آسیابانی گندم دُرُوم

۴۵	۳-۱ ویژگیهای سمولینا
۴۶	۳-۱-۱ خاکستر
۴۶	۳-۱-۲ اندازه ذرات
۴۶	۳-۱-۳ شمارش لکه‌ها
۴۷	۳-۱-۴ رنگ
۴۷	۳-۱-۵ رطوبت
۴۷	۳-۲ بوجاری پیشرفته گندم دُرُوم
۴۷	۳-۲-۱ اصول تمیز سازی گندم
۴۹	۳-۲-۲ بخش بوجاری
۵۴	۳-۲-۳ حذف ارگوت
۵۵	۳-۳ اندازه ذرات سمولینا
۵۷	۳-۳-۱ عوامل کیفی
۵۷	۳-۳-۲ زمان مخلوط سازی انواع سمولینا
۵۸	۳-۳-۳ کاهش اندازه ذرات
۵۸	۳-۳-۴ سامانه‌های پیشرفته اکستروژن
۶۰	۳-۳-۵ افزودن آرد دُرُوم
۶۱	۳-۴ فرایند پوستگیری
۶۱	۳-۴-۱ موانع پوستگیری
۶۳	۳-۴-۲ آماده سازی گندم
۶۵	۳-۴-۳ سبوس گیری
۷۲	۳-۴-۴ آسیابانی پیشرفته گندم دُرُوم
۷۶	۳-۴-۵ ویژگی گندم سبوس گیری شده

فصل چهارم: اختلاط و اکستروژن

۸۱	۴-۱ مبنای علمی
۸۴	۴-۲ پر کردن، اختلاط و اکستروژن کاربردی

۸۶	۴-۲-۱	پر کردن
۸۹	۴-۲-۲	اختلاط
۹۳	۴-۲-۳	اکستروژن
۱۰۰	۴-۲-۴	جنبه‌های بهداشتی
۱۰۰	۴-۲-۵	فرایند شستشو درجا
۱۰۲	۴-۲-۶	نتیجه‌گیری
۱۰۳	۴-۲-۷	مشکلات فرایند اکستروژن

فصل پنجم: طراحی شکل

۱۰۶	۵-۱	اصول طراحی قالب
۱۰۶	۵-۱-۱	جنس قالب
۱۰۷	۵-۱-۲	معیارهای فنی عمومی
۱۰۹	۵-۱-۳	اجزای مغزی
۱۱۰	۵-۱-۴	طراحی شکلهای زمینه دار
۱۱۵	۵-۱-۵	طراحی وساخت رایانه‌ای قالبها
۱۱۷	۵-۲	بهبود وضعیت ظاهری و کارایی
۱۱۷	۵-۲-۱	ساختار کنگره دار
۱۱۸	۵-۲-۲	ساختار موجدار
۱۲۰	۵-۲-۳	برش دهنده‌های جدید
۱۲۱	۵-۳	نواقص ناشی از قالب گیری
۱۲۲	۵-۴	شستشوی قالب

فصل ششم: خشک کردن

۱۲۵	۶-۱	اصول علمی خشک کردن
۱۲۷	۶-۲	فناوری قدیم خشک کردن
۱۲۸	۶-۲-۱	خشکانیدن غیر مداوم
۱۴۰	۶-۲-۲	خشکانیدن مداوم
۱۴۳	۶-۳	فناوری‌های جدید خشک کردن
۱۴۷	۶-۳-۱	نمودار بهینه خشک کردن
۱۵۰	۶-۳-۲	تأثیر خشک کردن بر کیفیت
۱۵۷	۶-۴	مشکلات فرایند خشک کردن

فصل هفتم: غنی سازی

۱۵۹	۷-۱ اهمیت
۱۶۰	۷-۲ ماهیت و شرایط غنی سازی
۱۶۰	۷-۳ ترکیبات غنی کننده
۱۶۰	۷-۳-۱ ترکیبات مؤثر بر سلامتی
۱۶۶	۷-۳-۲ ترکیبات مؤثر بر فرآوری
۱۷۲	۷-۳-۳ ترکیبات مؤثر بر طعم و رنگ
۱۷۷	۷-۴ پایداری غنی کننده‌ها

فصل هشتم: انبار و بسته بندی

۱۷۹	۸-۱ فراورده‌های کوتاه
۱۸۱	۸-۲ فراورده‌های بلند

فصل نهم: کنترل کیفیت

۱۸۵	۹-۱ کاربرد HACCP
۱۸۷	۹-۲ عوامل مؤثر بر تضمین کیفیت مواد خام
۱۸۸	۹-۲-۱ سمولینای گندم دُرُوم
۲۰۲	۹-۲-۲ آب
۲۰۲	۹-۲-۳ تخم مرغ
۲۰۳	۹-۲-۴ سایر مواد خام
۲۰۴	۹-۳ عوامل مؤثر بر فرایند
۲۰۴	۹-۳-۱ دریافت و ذخیره سازی
۲۰۶	۹-۳-۲ اختلاط خشک مواد اولیه
۲۰۷	۹-۳-۳ انتقال به مخلوط کن مرطوب
۲۰۸	۹-۳-۴ مخلوط سازی مرطوب
۲۰۹	۹-۳-۵ انتقال به اکستروژن
۲۰۹	۹-۳-۶ اکستروژن و برش
۲۱۰	۹-۳-۷ خشک کردن
۲۱۳	۹-۳-۸ انبار کردن
۲۱۳	۹-۳-۹ الک کردن فراورده‌های خمیری کوتاه
۲۱۴	۹-۴ عوامل مؤثر بر کیفیت فراورده نهایی

۲۱۴	۹-۴-۱ کنترل ایمنی
۲۱۶	۹-۴-۲ کنترل فراورده خام
۲۱۹	۹-۴-۳ کنترل فراورده پخته

فصل دهم: رئولوژی

۲۲۳	۱۰-۱ آزمایش مواد خام
۲۲۴	۱۰-۱-۱ کیفیت گلوتن
۲۲۷	۱۰-۲ فراورده
۲۲۸	۱۰-۲-۱ کیفیت پخت
۲۲۹	۱۰-۲-۲ سفتی و تردی
۲۳۰	۱۰-۲-۳ تراکم پذیری
۲۳۱	۱۰-۲-۴ چسبندگی
۲۳۲	۱۰-۳ کنترل فرایند
۲۳۲	۱۰-۴ پژوهش‌های آتی
۲۳۴	ضمیمه ۱: اسامی انواع فراورده‌های خمیری دنیا
۲۴۳	ضمیمه ۲: شکل‌های فراورده‌های خمیری مختلف
۲۴۹	واژه‌نامه
۲۵۹	منابع

پیش گفتار

مصرف فراورده‌های خمیری در بیشتر کشورهای دنیا رایج است. عموم مردم اسپاگتی، نودل و ماکارونی را می‌شناسند و این گروه از فراورده‌ها جایگاه ویژه‌ای در سبد مصرف خانوار دارند، به طوری که یکی از فراورده‌های این گروه نظیر توخالی، توپر، سوپی، تازه، محلی و یا کنسروی طی هفته مصرف می‌شود و ضمن داشتن قیمت مناسب، از ارزش غذایی خوبی نیز برخوردارند. در فصل اول کتاب حاضر با تاریخچه، انواع، ارزش غذایی و بازار این فراورده‌ها آشنا می‌شویم.

بررسی فراورده‌های خمیری بدون شناخت گندم دُرُوم ممکن نیست. گندم دُرُوم بر خلاف گندم معمولی در بخش‌های خاصی از جهان کشت می‌شود. ناحیه مدیترانه‌ای ۶۰-۵۵ درصد از تولید جهانی را به خود اختصاص داده است. کل تولید گندم دُرُوم در دنیا در سال ۲۰۰۵ در حدود ۳۷/۹ میلیون تن برآورد شده است. ویژگی‌های گندم دُرُوم شامل سختی، کیفیت گلوتن و رنگ زرد کهربایی در تولید فراورده‌های خمیری اهمیت دارند. در سال‌های اخیر، تعیین خلوص ماده اولیه از اهمیت خاصی برخوردار شده است، زیرا تقلب در فراورده‌های خمیری از طریق جایگزین کردن گندم دُرُوم با گندم‌های معمولی یا نرم بسیار ساده است. در فصل دوم، اطلاعات دقیقی از گندم دُرُوم، تاریخچه، ویژگی‌ها، راه‌های تشخیص تقلب و بازار آن آمده است.

خرد کردن گندم دُرُوم، کاری تخصصی در صنعت آسیابانی است. اندازه و یکنواختی ذرات به‌ویژه جهت سهولت اختلاط با آب، اکستروژن و بهبود کیفیت فراورده نهایی پس از خشک کردن بسیار مهم است. وجود لکه‌های تیره یا روشن نیز از نظر کیفیت ظاهری و ساختار محصول، حساس است. آسیابانی دُرُوم، تاریخچه و روش‌های جدید آن در فصل سوم مورد بحث قرار گرفته است.

اگر سمولینا اولین نقطه حساس در ساخت فراورده‌های خمیری باشد، مخلوط‌سازی و تولید خمیر، دومین نقطه خواهد بود. کیفیت سمولینا و آب بسیار اهمیت دارد. اگر چه مقداری آب به سمولینا اضافه می‌شود، ولی رطوبت در طی مرحله خشک کردن تا میزان اولیه کاهش می‌یابد. ضخامت خمیر بعد از تهیه، به راحتی قابل تغییر است و می‌توان آن را به شکل ورقه‌های لازانیا، نواری یا به اشکال ویژه مانند کمانی یا انواع نقش دار برید. مرحله اکستروژن باعث بهبود کیفیت ظاهری فراورده شده و تولید اشکال مختلف را ممکن می‌سازد. در فصل چهارم، جزئیاتی در مورد تئوری و روش‌های اختلاط، اکستروژن و همچنین آخرین پیشرفت‌ها در این زمینه، ارائه شده است.

طراحی قالب این فراورده‌ها در دو گروه بزرگسال و کودک، با آخرین شکل‌های مطرح و جذاب، در حال انجام است. در فصل پنجم، دنیای آموزنده و سرگرم کننده طراحی قالب، ارائه شده است. ملاحظه خواهد شد که طراحی و تولید قالب، آمیزه‌ای از علم، هنر و صنایع دستی است.

خشک کردن فراورده‌های خمیری، نقطه کلیدی بعدی است. در فصل ششم، خشک کردن و سیر تکامل فناوری از گذشته تا حال، مورد بررسی قرار گرفته است. امروزه امکان خشک کردن فراورده‌های خمیری کوتاه، به مدت سه ساعت وجود دارد. افزایش دما تا میزان ۹۰ درجه یا بیشتر، وقوع این امر را امکان پذیر کرده است. به این ترتیب علاوه بر کاهش زمان، کیفیت فراورده نیز بهبود پیدا می کند.

رنگ کردن فراورده‌های خمیری توسط گوجه فرنگی و اسفناج، امکان تولید انواع گوناگونی از فراورده‌ها را فراهم ساخته است. تخم مرغ نیز به طور مرسوم به فراورده‌های خمیری افزوده می شود تا ضمن افزایش ارزش تغذیه ای، استحکام و رنگ فراورده افزایش یابد. تولید و مصرف فراورده‌های خمیری غنی شده با مخلوط‌های ویتامینه، املاح و سایر مواد، در حال گسترش است. در فصل هفتم، جزئیات بیشتری در خصوص غنی سازی این فراورده‌ها، ارائه شده است.

تولید ماکارونی بدون توجه به بسته‌بندی مناسب، زمان ماندگاری و بازاریابی آن را کاهش می دهد. در فصل هشتم، مطالب ارزنده‌ای در خصوص انواع ماشین‌های بسته بندی و جنس مواد بسته‌بندی ذکر شده است.

بسیاری از نکات کیفی و ایمنی در بررسی کیفیت فراورده‌های خمیری و تضمین آن در مراحل مختلف اهمیت دارد. در فصل نهم، این نکات در سه محور مواد خام، فرایند و فراورده نهایی، مطرح و تدابیری برای به بهبود و تثبیت آنها ارائه شده است.

استفاده از روشهای رئولوژیکی برای ارزیابی استحکام گلوتن، منطقی به نظر می رسد. البته این روشها، بیشتر در مراحل اولیه مورد استفاده قرار می گیرند. در فصل دهم، روشهای رئولوژیکی ارزیابی این فراورده‌ها، نظیر میکسوگراف، فارینوگراف و غیره، مورد بحث قرار گرفته است.

در پایان از خوانندگان محترم درخواست می کنیم تا با ارائه رهنمودهای لازم، نویسندگان را در هر چه بهتر نمودن کیفیت کتاب در چاپهای بعدی یاری فرمایند.

پیروز باشید

نویسندگان

فراورده‌های خمیری^۱ در بیشتر کشورهای دنیا رواج دارند، همه اسپاگتی، نودل و ماکارونی را می‌شناسند. این اصطلاح از خمیر در زبان ایتالیایی گرفته شده است، به طوری که این فراورده‌ها را غذای خمیری^۲ می‌نامند. در زبان آلمانی به آن کالای خمیری^۳ می‌گویند. در آمریکا و ایران ماکارونی و در انگلیس فراورده خمیری نامیده می‌شوند. مواد اولیه اصلی آنها سمولینا و آب می‌باشد. همچنین از آرد سیب زمینی، ذرت، سویا، نخود فرنگی و غیره نیز می‌توان در فراورده‌های فاقد گلوتن، استفاده کرد. افزودنی‌های دیگر شامل ویتامین‌ها، تخم مرغ و رنگ دهنده‌های طبیعی مانند اسفناج و گوجه فرنگی می‌باشند. بیشتر فراورده‌های خمیری به سادگی از سمولینای گندم سخت و آب ساخته می‌شوند، ولی برای تولید این فراورده‌های بسیار ساده، هنر و شیوه‌های صنعتی بسیار پیچیده‌ای مورد نیاز است. هدف فرآوری، تولید فراورده‌ای با دامنه گسترده‌ای از شکل و اندازه، مقاوم، خشک و با عمر ماندگاری زیاد می‌باشد. بازار فراورده‌های خمیری تازه یعنی انواع خشک نشده، رو به رشد است. با این حال بازار فراورده‌های خمیری خشک به دلیل کیفیت و ارزانی آن به قوت خود باقی است، زیرا قیمت فراورده خمیری تازه با توجه به کاهش هزینه خشک کردن و افزایش وزن آنها به دلیل رطوبت بیشتر برای مصرف کننده قابل توجیه نیست.

در مورد تاریخچه و مبدأ فراورده‌های خمیری، منابع متعددی وجود دارد؛ بویژه نویسندگان ایتالیایی تلاش زیادی معطوف داشته‌اند که ایتالیا را به عنوان مبدأ این فراورده معرفی کنند. اما اسناد و مدارکی کهن دلالت بر این دارد که چین خواستگاه اصلی فراورده‌های خمیری است. داستان‌های اساطیری جالب توجهی نیز در خصوص این فراورده‌ها وجود دارد که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌شود:

در بیان افسانه‌های یونانی چنین آمده است که پادشاه یونان «ولکان» ابزاری اختراع کرده بود که «رشته‌هایی خمیری» تولید می‌کرد. در هر حال این عقیده وجود دارد که رومی‌ها و یونانیان باستان نوعی از خمیر تخت رشته‌ای پهن به نام یونانی «لاگانون»^۴ را کشف کرده بودند؛ ولی

1- Pasta

2- Pasta alimentare

3- Teigwaren

4- Laganon

لاگانون مانند رشته‌های خمیری امروزی در آب جوشانده نمی‌شده بلکه روی سنگهای داغ در اجاق کباب می‌شده است.

اولین گزارش قطعی به زبان آرامی^۱ (عضوی از زبان‌های سامی با قدمت ۳۰۰۰ ساله) در قرن پانزدهم میلادی مربوط به از رشته‌های پخته شده به وسیله جوشاندن در «تالمود اورشلیم» موجود می‌باشد. این رشته‌ها که به صورت خشک مصرف می‌شدند، «عطریا» نام داشتند و به نظر می‌رسد مصرف آنها پس از پیروزی اعراب بر سیسیل‌ها در بین آنها رایج شد. البته اعراب این محصول خمیری را بدون سُس مصرف می‌کردند و از گندم‌های نرم برای تولید آن استفاده می‌شده است.

افسانه‌ای وجود دارد که مارکوپولو پس از بیست سال سفر به دور دنیا در بازگشت به ایتالیا در سال ۱۲۹۵، این فراورده‌ها را با خود از چین به ایتالیا آورد. چینی‌ها در حدود ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، از غذایی شبیه به رشته فرنگی استفاده می‌کردند. اولین منابع تاریخی در مورد خرید و فروش فراورده‌های خمیری خشک در شهر پالرمو یافت شده است. مصرف این فراورده‌ها در طی قرون ۱۴ و ۱۵ میلادی رایج بوده است، به طوری که در سفرهای طولانی بخصوص با کشتی بخش مهمی از جیره غذایی را تأمین می‌کرده است. وجود انواع متنوعی از فراورده‌های خمیری از جمله لوله‌های بلند میان تهی، در گزارش صومعه‌های ایتالیا و دومینیک^۴ در قرن ۱۵ میلادی ذکر شده است. در قرن ۱۷ میلادی فراورده‌های خمیری با توجه به ارزان‌ی، تنوع و روش تهیه آسان، به صورت بخشی از رژیم غذایی روزانه در سراسر ایتالیا درآمدند. توماس جفرسون پس از طی دوران سفارت خود در فرانسه، در بازگشت به آمریکا در سال ۱۷۹۸ میلادی اولین دستگاه ساخت این فراورده‌ها را به آنجا منتقل کرد. او خود ماشین برای تولید فراورده‌های خمیری ابداع نمود؛ با این حال اولین تولید تجاری این فراورده‌ها در فیلادلفیا^۵ و توسط یک فرانسوی صورت پذیرفت. پس از آن در ناپل اولین ماشین خمیرگیری و برش برای فراورده‌های خمیری توسط یک مهندس به دستور فرنیناد دوم پادشاه ناپل طراحی شد که جایگزین روش دستی و سنتی گردید.

1- Aramaic

2- Jerusalem Talmud

3- Itriyah

4- Dominican

5- Philadelphia

به طور کلی هیچ بعید به نظر نمی‌رسد که این غذای ساده، چندین مرتبه در زمان‌ها و مکان‌های مختلف اختراع شده باشد؛ بخصوص اینکه ترکیبات آن تقریباً در تمام دنیا در دسترس هستند. با این حال گسترش آن به دلایل زیر توسط ایتالیایی‌ها صورت گرفته است: اتحادیه تجاری تولید کنندگان فراورده‌های خمیری در قرن شانزدهم در ایتالیا سازماندهی شد. پیش از آن نیز قوانینی برای تجارت و روش تولید موجود بود. در حال حاضر این صنعت در ایتالیا بسیار قانونمند است. به عنوان مثال تولیدکنندگان، مجاز به تولید از هیچ گندمی جز ذروم نیستند.

شاید مورد دیگر به دهه ۱۸۰۰ برگردد که فراورده‌های خمیری با گوجه فرنگی تلفیق شدند. جنوب ایتالیا منطقه‌ای ایده‌آل برای کاشت گوجه فرنگی است. آب و هوای ایتالیا بخصوص در حوالی ناپل، برای کشت گندم ذروم و خشک کردن فراورده‌های خمیری بسیار مناسب است. به همین دلیل این فراورده‌ها در ایتالیا به مقدار زیادی تولید و مصرف می‌شود.

این صنعت به سرعت در ایتالیا توسعه یافت و سپس به فرانسه و دیگر کشورهای اروپایی و آمریکا منتشر گردید. اولین کارخانه تولید فراورده‌های خمیری و نیز ۱۸۰۰ ابداع در این خصوص در ایتالیا به ثبت رسیده است. به عنوان مثال، اولین پرس مکانیکی خمیر از جنس چوب در ایتالیا ساخته شد. در آغاز قرن بیستم، مخلوط کننده‌ها، پرس‌های هیدرولیکی و قفسه‌های مخصوص خشک کردن ساخته شدند. کارخانه‌های متعددی احداث گردیدند و این فراورده‌ها بجای خانه در صنعت تولید شدند. در حال حاضر کلیه مراحل تولید، بسته بندی و نگهداری فراورده‌های خمیری به صورت خودکار انجام می‌شود.