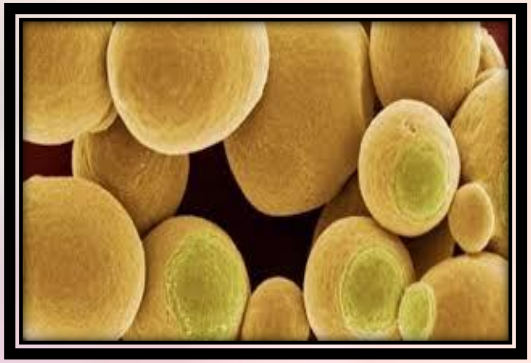
# به نام خدا

نام : زهرا زارعی

نام استاد: دکتر نیره علي مددی

موضوع: خمیر مایه نان

# مقدمه



خميرمايه يا همان مخمر نان در واقع توده سلول‌هاي مخمر ساكارومايسس سرويزيه (saccharomyces cerevisiae) مي‌باشد كه به طور صنعتي و به دو حالت «خميرمايه تر» و «خميرمايه خشك» توليد مي‌شود.

خمیر مایه یا مخمر یك قارچ میکروسکوپی است . در طبیعت در همه جا یافت میشود و قادرست قندها را به الکل و گاز دی اکسید کربن و ترکیبات معطر تبدیل کند. مخمر شرایط اسیدی را برای تخمیر ترجیح می دهد و ph بین ۴ الی ۶ برای فعالیت آن ایده آل است. در خارج از محدوده مذکور ، فعالیت مخمر به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش می یابد .

## معيار هاي انتخاب سويه مناسب ساكارومايسزسرويزيه در صنعت

۱. ميزان توليد $CO_2$

۲. قابليت زنده ماني سويه در شرايط استرس مثل گرما و سرما

۳. مقاومت به فشار اسمزي

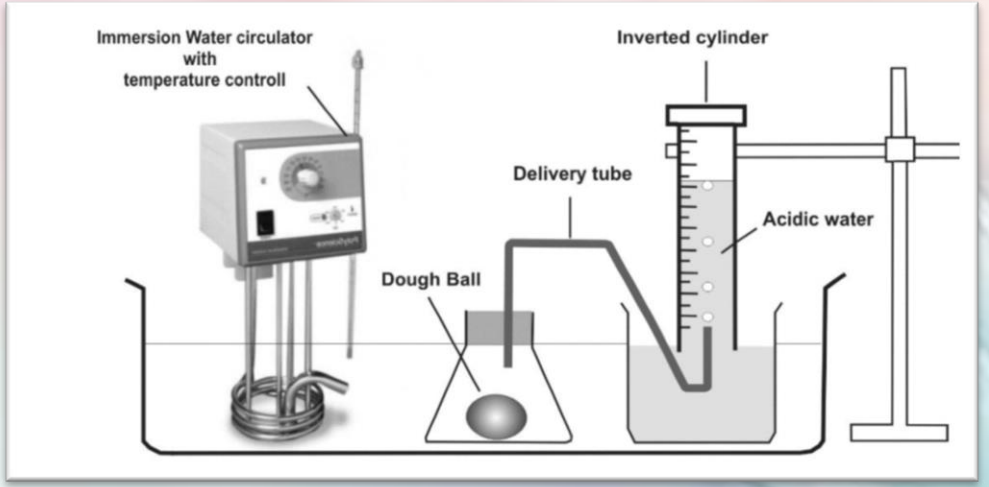
۴. سرعت تكثير وتوانايي توليد توده زيستي

# روش هاي غربالگري

## آزمون گازوگرافی

اندازهگیری افزایش حجم خمیر حاصل از تولید گاز توسط مخمر با دستگاه گازوگراف

خمیر مطابق فرمولاسیون روش AACC 89-01 می شود . حدود ۱۰ گرم خمیر به صورت گلولهای درآمده و در فلاسک مخصوص سیستم گازوگراف قرار داده می شود. فلاسک در داخل بن ماری در آب با دمای کنترل شده ۴۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته و خروجی گاز توسط لوله رابط به استوانه مدرج معکوس حاوی آب اسیدی منتقل و حجم گاز یا هوای جابجا شده در اثر انبساط خمیر در لوله مدرج در طی زمان یادداشت میشود. برای جلوگیری از انحلال دی اکسید کربن، آبی که استوانه مدرج در آن قرارگرفته بود با اسید استیک اسیدی شده است (pH=4) در طول اندازه گیری دمای آب ثابت نگه داشته می شود. منحنی تولید گاز برحسب میلی لیتر به ازاء زمان (دقیقه )برای مخمرهای مختلف درطول زمان ۱۸۰ دقیقه رسم میشود



## تعيين ميزان مقاومت سويه هاي مخمر به شوك حرارتي

سويه هاي مخمر در شرايط ۳۰ درجه و 150rpm كشت مي شود . پس از ۴۸ ساعت به منظور تعيين تعداد سلول هاي اوليه از اين محيط ، سري رقت تهيه مي شود و كشت به روش استاندارد پليت كانت انجام مي گيرد ۱ ميلي ليتر از سوسپانسيون سلولي در يك لوله آزمايش استريل ريخته ميشود و در حمام آب گرم با درجه حرارت ۵۲ درجه سانتي گراد به مدت ۲۰ دقيقه قرار داده ميشود . پس از اعمال اين استرس ، سري رقت تهيه مي شود و كشت در پليت YPD انجام مي شود پس از گرمخانه گذاري تعداد كلني ها شمارش مي شود و درصد بقا سلولي محاسبه و گزارش ميشود

## تعيين درصد بقای سلولی در اثر ذخيره سازی در سرما

سويه هاي مخمر در شرايط ۳۰ درجه و 150rpm كشت مي شود . پس از ۴۸ ساعت به منظور تعيين تعداد سلول هاي اوليه از اين محيط ، سري رقت تهيه مي شود و كشت به روش استاندارد پليت كانت انجام مي گيرد ۱ ميلي ليتر از سوسپانسيون سلولي در يك لوله آزمايش استريل ريخته ميشود . لوله های آزمايش در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی گراد ذخيره سازی می شود .سپس در زمان های معين از فريزر خارج و در دمای محيط قرار داده می شود تا ذوب شود سری رقت تهيه ميشود و كشت به روش استاندارد پليت كانت انجام ميگيرد تعداد كلنی ها پس از ۴ روز انكوباسيون در دمای ۳۰ درجه شمارش و درصد بقا محاسبه می شود

# مقاومت فشار اسمزي

خمير با استفاده از ۲۰ گرم آرد سفيد ، ۱۰میلی ليتر آب مقطر، ۰/۴ گرم نمک و ۱ گرم پودر مخمر تهيه ميشود براي تهيه خميرشيرين به محيط فوق ساکاروز در غلظت ۲۰،۱۰ و ۳۰درصد(برحسب وزن آرد ) اضا فه ميشود .

خمير تهيه شده پس از يکنواخت شدن بوسيله قاشقک فلزي (به مدت ۲ دقيقه ) به سامانه اندازه گيری توليد $CO_2$ انتقال می يابد. خمير در اين سامانه در دماي $30°C$ قرار مي گيرد و $CO_2$ توليد شده در مدت زمان ۱۵۰ دقيقه اندازه گيري مي شود

تخمير مخمرهاي نانوايی در خمير توسط فشار اسمزي ناشی از آرد، نمک و بخصوص قندها کاهش می يابد.وجود قند در غلظتهاي بالا سبب ايجاد فشار اسمزي در محيط خمير شده که منجر به خروج آب داخل سلولی مخمرها ميشود در نتيجه فعاليت و قدرت تخمير در اين سلولها کاهش مييابد

نمونه هاي مخمرهاي تجاري که از ميزان مقاومت بالاتري به فشار اسمزي برخوردارند براي کاربرد در صنايع قنادي مناسب هستند و نمونه هايی که از قدرت تخميري بالاتري در محيط خميرهاي معمولی برخوردارند مطلوب براي کاربرد در صنايع توليد نان صنعتی ميباشند

# موارد مصرف و كاربردهاي خمير مايه

اصولاً مصرف اين كالا بعنوان يك كالاي نهائي مطرح نبوده و بعنوان يك كالاي واسطه‌اي در توليد بسياري از محصولات كه از آرد بعنوان ماده اوليه اصلي در توليد خود استفاده مي‌كنند، كاربرد دارد.

عمده مصرف خميرمايه در تهيه انواع نان (سنتي و حجيم) و سپس در قنادي و شيريني‌پزي، مصارف خانگي، توليد كيك و كلوچه، مي باشد و به نوعي مي توان گفت كه در هر كجا آرد مصرف شود خميرمايه قابليت كاربرد دارد.

مصرف خميرمايه بعنوان يك مخمر در برخي فرايندهاي شيميايي مانند توليد الكل، آبجو، برخي هورمون‌ها و غيره نيز وجود دارد

اصولاً وظيفه و نقش خميرمايه دربهبود ساختار نان در چهار مرحله خلاصه مي‌شود:

الف. افزايش حجم نان به وسيله آزاد شدن گاز دي اكسيد كربن در طي فرايند تخمير

ب. بهبود ساختمان و تركيب خمير به وسيله اثر كشساني كه ناشي از انبساط خميردر اثرتوليد گاز است.

ج. طعم و مزه نان توسط مخمر بهبود مي‌يابد.

د. مواد مغذي توسط مخمرتوليد شده و به خمير افزوده مي‌شود.

# جانشين خمير مايه

نخستين و رايج‌ترين افزودني شيميايي غير مجاز نان جوش شيرين يا بي كربنات سديم مي‌باشد

آرد گندم حاوي پروتئيني به نام گلوتن مي‌باشد كه هنگام تركيب با آب يك شبكه پروتئيني ايجاد مي‌نمايد. در كشور ما جهت متخلخل كردن نان (در پخت نان‌هاي سنتي) از جوش شيرين استفاده مي‌شود. جوش شيرين همان بي‌كربنات سديم (nahco3) مي‌باشد كه هنگام پخت نان تجزيه شده و گاز دي‌اكسيدكربن (co2) توليد مي‌نمايد كه در لابلاي شبكه پروتئيني خمير گير افتاده و سبب متخلخل شدن نان مي‌شود. در عين حال بي‌كربنات سديم پس از تجزيه، قليا ايجاد مي‌كند كه مي‌تواند سبب خنثي كردن بخشي از اسيد معده شده و در امر گوارش غذا در معده انسان اختلال ايجاد نمايد.

حال آنكه خميرمايه در واقع توده سلول‌هاي مخمر بوده كه زنده هستند و مواد نشاسته‌اي نان را به مواد قندي ساده‌تر تبديل مي‌كنند و در نتيجه گاز دي‌اكسيدكربن (co2) توليد مي‌نمايند كه سبب تخلخل خمير و نان مي‌شود. خميرمايه علاوه بر اين كار سبب بهبود ساختمان و تركيب خمير، بهبود طعم (با ايجاد آلدئيد و اسيدهاي آلي)، افزايش مواد قندي ساده، اسيدهاي آمينه (بويژه ليزين)، ويتامين bو از همه مهمتر توليد آنزيم فيتاز و هيدروليز ماده مضر اسيد فيتيك مي‌شود. اسيد فيتيك مي‌تواند با يون‌هاي كلسيم، آهن و روي تركيب شده و مانع از جذب آنها در سيستم گوارش گردد. عوارض اصلي اين عدم جذب به ترتيب شامل پوكي استخوان، كم خوني و ريزش موي سر و اختلالات جنسي مي‌باشد.

# فرآیند تولید خمیر مایه

استفاده از ملاس چغندری و نیشکری که تفاله حاصل از استحصال شکر می‌باشد به عنوان اصلی ترین ماده اولیه تولید این ماده در بسیاری از کشورها از جمله ایران به کار می‌رود.

ملاس بمنظور ایجاد شرایط و تکثیر سلول تخمیر های خمیر مایه محور اصلی فرایند تولید خمیر مایه را تشکیل می‌دهد.

اولین قدم در جهت تولید خمیرمایه، کشت يك رشته از باکتری‌های ساکارومایسس سرویزیه (Saccharomyces Cervisiae) در آزمایشگاه می‌باشد که پس از آن باید به واحد تولید اصلی انتقال یابند. این فعل و انفعال بعنوان اولین مرحله پیش از تخمیر صورت می‌گیرد و ادامه می‌یابد تا به اندازه کافی رشد باکتری توسعه یابد تا بتوان تولید خمیر مایه را آغاز نمود. در این مرحله، تولید اندك بوده و حدود ۲۰ درصد ازکل تولید است، درجه حرارت باید بدقت کنترل شده و بجز ملاس و نمك مواد مغذی ویژه‌ای جهت تسریع در امر تولید نیز اضافه گردد. دانه‌های مخمر بوسیله سانتریفیوژ جدا گردیده و شستشو و جداسازی ادامه می‌یابد تا این که مخمر نهائی تهیه شود و این خمیر جهت مصارف بعدی به مخزن ذخیره هدایت گردیده و در درجه حرارت ملایم (۴درجه سانتیگراد) نگهداری می‌شود.

**به منظور توليد خمير مايه به صورت صنعتي و در حد وسيع تجاري، مراحل زير در خط توليد متداول است:**

**۱. نگهداری ملاس و مواد اولیه**

مواد اولیه اصلی خط تولید را ملاس نیشکر یا چغندر قند تشکیل می‌دهد که ملاس در مخازن ورق سیاه با قطر ۱۴ متر نگهداری می‌شود.

سایر مواد شیمیایی در بشکه، کیسه و یا بسته‌بندی‌های مخصوص در انبار مواد اولیه نزدیك به خط تولید نگهداری می‌شود.

**۲. آماده‌سازی، رقیق‌سازی و پاستوریزه کردن ملاس**

در این بخش از فرایند تولید خمیر مایه، ملاس رقیق شده و پس از پاستوریزه کردن آن در دمای حدود ۱۱۰ درجه سانتیگراد و سپس سرد کردن، آماده ارسال به بخش تخمیر می‌گردد و همزمان عملیات زلال‌سازی روی محصول صورت گرفته تا لجن و سایر ذرات حل نشدنی از ملاس جدا شود.

### ۳. آماده‌سازی مواد شیمیایی

در این بخش یك سری مواد شیمیایی و امولسیفایر و مواد معدنی تهیه می‌شود و جهت ارسال به مخازن بخش تخمیر و شستشو و ضد عفونی خط تولید آماده می‌گردد.

### ۴. تخمیر آزمایشگاهی

محرك اولیه در آزمایشگاه میکروبیولوژیکی کشت و تکثیر شده و اصلاح نسل می‌گردد. کشت مخمر خالص در محیط کاملاً استریل آزمایشگاهی صورت می‌گیرد و محموله آماده شده به خط تولید منتقل می‌شود.

### ۵. بخش تخمیر ملاس در خط تولید

تخمیر اولیه و ثانویه در مخازن بزرگ از فولاد ضد زنگ صورت می‌گیرد و در این مخازن کنترل دقیق هوا، pHو حرارت الزامی بوده و شرایط کشت استریل می‌باشد. بعد از مرحله کشت خمیر مایه خالص، محصول بصورت سیستماتیك به فرمانتورها تزریق می‌گردد.

محتويات فرمانتور كشت خالص (pure culture) پس از پايان تخمير به پيش فرمانتور (pre fermenter) و محتويات اين فرمانتور پس از پايان تخمير به يكي از فرمانتورهاي اصلي (main fermenters) تلقيح مي‌شود . محتويات اين فرمانتور پس از پايان تخمير به بخش جدايش فرستاده مي‌شود. اين مرحله از تخمير ، تخمير بذر (seed fermentation) ناميده مي‌شود. در بخش جداسازي با استفاده از سه دستگاه نازل سپراتور سانتريفوژي و طي يك برنامه دو مرحله‌اي، مخمرها از مايع تخمير جداسازي و سپس با آب شستشو مي‌شوند. حاصل اين مرحله كرم مخمر بذر (seed yeast cream) مي‌باشد كه در مخازن مربوطه در دماي پايين نگهداري مي‌شود

مرحله پاياني تخمير، تخمير تجاري يا كامرشيال (commercial fermentation) است كه در فرمانتورهاي اصلي انجام مي‌شود ولي تلقيح مورد استفاده بخشي از كرم بذر جداسازي شده در مرحله قبل مي‌باشد. محتويات اين فرمانتور پس از پايان تخمير به بخش جداسازي فرستاده مي‌شود. حاصل اين مرحله كرم مخمر تجاري (commercial yeast cream) مي‌باشد كه در مخازن مجزا و در دماي پايين نگهداري مي‌شود تا در نوبت فيلتراسيون قرار گيرد.

**نكته** : فرآيند تخمير در كشت خالص به صورت ناپيوسته (batch) و در پيش تخمير، تخمير بذر و تخمير كامرشيال به صورت نيمه پيوسته (fed batch) بوده و مواد مغذي به صورت تدريجي به فرمانتورها ارسال مي‌شود. هواي مورد نياز جهت تخمير هوازي نيز از طرق ۱۱ بلوور تامين مي‌شود.

## ۶. جدایشگرها

با استفاده از سپراتورهای گریز از مرکز ،خمیر مایه از محیط کشت جدا شده و طی چند مرحله به قسمت شیر خمیرمایه منتقل می‌گردد.

## ۷. نگهداری شیر خمیر مایه

محلول خمیر مایه با استفاده از آب سرد رقیق شده و با حرارت پائین در مخازن نگهدارنده شیر خمیر مایه جمع‌آوری می‌گردد.

## ۸. واحد آبگیری و رشته‌سازی

بمنظور افزایش غلظت (جرم خشك) محلول خمیرمایه از فیلترهای افقی رد شده و میزان جرم خشك آن به ۲۸ الی ۳۲ درصد افزایش پیدا می‌کند.

محصول بدست آمده از این قسمت را کیك خمیر مایه می‌نامند که به دستگاه رشته‌سازی هدایت می‌گردد.

آب جدا شده در این قسمت به سیستم فاضلاب هدایت می‌گردد. در دستگاه رشته‌ساز محصول با قطر خاص بصورت رشته درآمده و به داخل دستگاه خشك کن هدایت می‌گردد.

## ۹. واحد خشك كن

در مرحله اول خط خشك كن از دستگاه‌های خشك كن پیوسته استفاده می‌شود. گرانول‌های خمیر مایه در این دستگاه‌ها توسط هوای خشك و بدون رطوبت خشك شده و میزان جرم خشك تا حد ۹۱% افزایش پیدا می‌كند و بصورت پیوسته به داخل ایستگاه دوم خشك كن رانده شده و در آنجا از طریق هوای خشك میزان رطوبت آن به كمتر از ۵% تقلیل پیدا می‌كند.
میزان جرم خشك بالای ۹۵% و فعال بودن خمیرمایه از مهمترین ویژگی‌های سیستم خشك كن بكار گرفته شده می‌باشد.

## ۱۰. بسته بندی

خمیر مایه فوری خشك فعال از قسمت خشك كن به بونكرهای قسمت بسته بندی هدایت شده و در دو خط جهت ارائه به بازار بسته‌بندی می‌گردد.
انواع بسته‌بندی، در خلأ جهت بازارهای خاص داخلی و صادرات و بسته‌بندی كیلوئی بصورت فله (در كیسه‌های P.P ) جهت مصارف نانوائی‌ها و كارخانجات نان در نظر گرفته می‌شود.
محصول بسته‌بندی شده در سردخانه مخصوص جهت ارسال به مراكز مصرف نگهداری می‌گردد

## طبقه‌بندي انواع خمير مايه

خميرمايه‌ها داراي انواع بسيار متعدد مي‌باشند كه براي مصارف مختلف توليد و عرضه مي‌شوند. ذيلاً به موارد اصلي آنها اشاره شده است:

- خميرمايه فشرده
- خميرمايه خرد شده
- خمير مايه منجمد
- خميرمايه خشك ضعيف شده
- خميرمايه مايع (خميرمايه دوغي شكل)
- خميرمايه فوري
- خميرمايه خشك فعال
- مخمرهاي وحشي و آغازگرها

## معرفی صنعت خمیرمایه ایران

حدود یکصد و اندی کارخانه خمیرمایه در دنیا وجود دارد که تعداد ۸ کارخانه در کشور ایران واقع است. اولین کارخانه کشور در سال ۱۳۴۶ در منطقه شهریار تاسیس شد و بقیه کارخانه ها نیز از اوایل دهه ۱۳۷۰ به جمع تولیدکنندگان خمیرمایه کشور پیوستند. در واقع ایران بعنوان یک هاب منطقه ای تامین کننده خمیرمایه کشورهای همسایه که ارزش این ماده پر فایده را بیشتر از خودمان می دانند شناخته می شود. هم اکنون هشت کارخانه در کشور با ظرفیت تولید حدود ۴۵۰۰۰ تن موجود است که از این تعداد ۵ کارخانه با ظرفیت ۳۵۰۰۰ تن در حال فعالیت می باشند و با توجه به طرحهای توسعه ای، پیش بینی می شود این ظرفیت طی سالهای آینده به بیش از ۵۰,۰۰۰ تن برسد. کارخانه های فعلی با صد در صد ظرفیت خود در حال تولید هستند ولی متاسفانه باید گفت محصولات پر ارزششان در بازار داخل کمتر قدر شناخته می شود و بازارهای خارجی اقبال بیشتری به این محصول دارند. مسوولین این صنعت در سال ۱۳۸۲ تصمیم به تاسیس اتحادیه جهت سازماندهی به فعالیتهای خود گرفتند که منجر به تاسیس سندیکای تولیدکنندگان خمیرمایه گردید.

# اعضای سندیکای تولیدکنندگان خمیرمایه ایران

# شركت هاي برتر خارجي توليد كننده خمير مايه

- Lesaffre (France)
- Lallemand Inc. (Canada)
- Angelyeast Co., Ltd. (China)
- Associated British Foods Plc. (U.K.)
- Koninklijke DSM N.V (the Netherlands)
- Archer Daniels Midland Company (U.S.)

# منابع


- کتاب نان وجلوگیری ازضایعات آن
- کتاب تکنولوژی آسیابانی از گندم تا آرد
- محسن گلابی ،منوچهر توسلی، ایرج نحوي ، محسن مبینی دهکردي. بررسي رشد و توليد CO2 در سويه هاي صنعتي *ساکارومایسزسزویزیه* مناسب براي توليد مخمر نانوايي . فصلنامه علوم و صنایع غذایی سال ۱۳۹۰:دوره ۸ شماره ۳۰
- کتاب مقدمه ای به تکنولوژی فرآورده های غلات

- Subir Kumar Nandy, R.K. Srivastava. sustainable yeast biotechnological processes and applications. Microbiological Research 207 (2018); 83–90

- https://www.iranyeast.com/
- http://fariman.com/
- https://meticulousblog.org/top-10-companies-in-specialty-yeast-market/