

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



میکروبیولوژی و فناوری غذاهای تخمیری

رابرت هاتکینز

ترجمه:

دکتر محمدباقر حبیبی نجفی

استاد دانشگاه فردوسی مشهد

دکتر رضا حاجی محمدی فریمانی

استادیار دانشگاه شهید باهنر کرمان

| | | |
|--|--|----------------------|
| Hutkins, Robert W. (Robert Wayne) | هاتکینز، رابرت وین | سرشناسه: |
| میکروبیولوژی و فناوری غذاهای تخمیری / رابرت هاتکینز؛ ترجمه محمدباقر حبیبی نجفی، رضا حاجی محمدی فریمانی؛ ویراستار علمی مسعود یاورمنش. | | عنوان و نام پدیدآور: |
| مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات، ۱۴۰۱. | | مشخصات نشر: |
| ۵۶۸ ص: مصور، جدول، نمودار. | | مشخصات ظاهری: |
| انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۸۶۸. | | فروست: |
| ISBN: 978-964-386-562-7 | | شابک: |
| | فیپا. | وضعیت فهرست‌نویسی: |
| [2019] , Microbiology and technology of fermented foods, Second Edition | عنوان اصلی: | یادداشت: |
| | کتابنامه. نمایه. | یادداشت: |
| Fermented foods -- Textbooks | غذاهای تخمیری -- کتاب‌های درسی | موضوع: |
| Fermented foods -- Microbiology -- Textbooks | غذاهای تخمیری -- میکروشناسی -- کتاب‌های درسی | موضوع: |
| Fermentation -- Textbooks | تخمیر -- کتاب‌های درسی | موضوع: |
| | حبیبی نجفی، محمدباقر، ۱۳۳۱ - مترجم | شناسه افزوده: |
| | حاجی محمدی فریمانی، رضا، ۱۳۵۹ - | شناسه افزوده: |
| | یاورمنش، مسعود، ۱۳۵۳ - ، ویراستار | شناسه افزوده: |
| | دانشگاه فردوسی مشهد، انتشارات. | شناسه افزوده: |
| | TP۳۷۱/۴۴ | رده‌بندی کنگره: |
| | ۶۶۴/۰۲۴ | رده‌بندی دیویی: |
| | ۹۱۲۹۴۶۵ | شماره کتابشناسی ملی: |

میکروبیولوژی و فناوری غذاهای تخمیری

پدیدآورنده: رابرت هاتکینز
ترجمه: دکتر محمدباقر حبیبی نجفی؛ رضا حاجی محمدی فریمانی
ویراستار علمی: دکتر مسعود یاورمنش
ویراستار ادبی: هانیه اسدیور فعال مشهد
مشخصات: وزیری، ۱۰۰ نسخه، چاپ اول، بهار ۱۴۰۲
چاپ و صحافی: چاپخانه دقت
بها: ۳/۴۰۰/۰۰۰ ریال
حق چاپ برای انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد محفوظ است.



انتشارات
۸۶۸

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، جنب سلف یاس
تلفن: ۳۸۸۰۲۶۶۶ - ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)
مؤسسه کتابیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، بین روانمهر و وحید نظری، بن‌بست
گشتاسب، پلاک ۸ تلفن: ۶۶۴۸۴۷۱۵ (۰۲۱)
مؤسسه دانشیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری، شماره ۱۴۲
تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰ - ۶۶۴۰۰۱۴۴ (۰۲۱)

<http://press.um.ac.ir>

Email: press@um.ac.ir

فهرست مطالب

| | |
|----|--|
| ۱۱ | مقدمه مترجمان |
| ۱۲ | پیشگفتار مؤلف |
| ۱۳ | فصل ۱. مقدمه‌ای بر غذاهای تخمیری |
| ۱۳ | تاریخچه غذاهای تخمیری |
| ۱۴ | غذاهای تخمیری؛ از هنر تا علم |
| ۱۸ | صنعت مدرن غذاهای تخمیری |
| ۲۲ | اهمیت غذاهای تخمیری |
| ۲۲ | قابلیت نگهداری |
| ۲۲ | خواص غذایی |
| ۲۹ | غذاهای تخمیری در قرن بیست و یکم |
| ۳۰ | منابع |
| ۳۳ | فصل ۲. میکروب‌ها |
| ۳۳ | مقدمه |
| ۳۴ | طبقه‌بندی و نام‌گذاری میکروب‌ها |
| ۳۵ | سه حوزه (قلمرو) حیات |
| ۳۶ | قارچ‌ها |
| ۳۸ | باکتری‌ها |
| ۳۸ | نام‌گذاری |
| ۴۰ | طبقه‌بندی میکروبی و روش‌های تحلیل |
| ۴۳ | باکتری‌های مورد استفاده در تولید غذاهای تخمیری |
| ۴۴ | باکتری‌های لاکتیک اسید |
| ۵۲ | لاکتوکوکوس لاکتیس اسب بارکش صنعت تولید پنیر! |
| ۶۰ | ویسلا در غذاهای تخمیری |
| ۷۰ | باکتری‌های دیگر مهم در تخمیر مواد غذایی |

۷۵..... مخمرها و کپک‌های مورد استفاده در تولید غذاهای تخمیری

۸۰..... میکروب‌ها در غذاهای تخمیری دارای یک جامعه هستند!

۸۱..... منابع

۸۵..... **فصل ۳. متابولیسم و فیزیولوژی میکروبی**

۸۵..... مبانی تخمیر

۸۶..... متابولیسم قندها

۱۰۷..... دیگر سامانه‌های متابولیکی

۱۰۸..... تولید اگزوپلی ساکارید در باکتری‌های لاکتیک اسید

۱۰۸..... متابولیسم پروتئین توسط باکتری‌های لاکتیک اسید

۱۱۰..... تخمیر سترات

۱۱۲..... تخمیر پروپیونیک اسید

۱۱۳..... متابولیسم قارچ‌ها

۱۱۴..... مهندسی متابولیک و ارتباطات سلولی

۱۱۸..... منابع

۱۲۱..... **فصل ۴. کشت‌های آغازگر**

۱۲۱..... مقدمه

۱۲۳..... نقش کشت‌های آغازگر

۱۲۴..... تاریخچه

۱۲۶..... چالش‌های فناوریانه

۱۲۶..... تحقیق و توسعه درباره کشت‌های میکروبی

۱۲۷..... میکروب‌های مورد استفاده به عنوان کشت آغازگر

۱۲۸..... کشت‌های آغازگر باکتریایی

۱۳۰..... کشت‌های آغازگر مخمیری

۱۳۲..... کشت‌های آغازگر کپکی

۱۳۲..... شناسایی نژاد

۱۳۷..... ریاضیات کشت آغازگر

۱۳۸..... به کارگیری کشت آغازگر: کشت فله در مقابل کشت مستقیم به وت

۱۳۹..... ترکیب کشت آغازگر

۱۳۹..... کشت‌های مخلوط یا تعریف نشده

| | |
|-----|--|
| ۱۴۰ | کشت‌های تعریف شده |
| ۱۴۱ | تولید کشت‌های آغازگر |
| ۱۴۱ | محیط کشت و شرایط تولید |
| ۱۵۱ | چگونگی مصرف کشت‌های آغازگر |
| ۱۵۱ | کشت‌های فله |
| ۱۵۳ | تنظیم pH |
| ۱۵۵ | باکتریوفازها و تخمیرهای لبنی |
| ۱۷۲ | فناوری تولید کشت آغازگر در قرن بیست و یکم |
| ۱۷۵ | سلول‌های تثبیت شده و درون پوشانی شده |
| ۱۷۶ | پروبیوتیک‌ها |
| ۱۷۷ | کشت‌های الحاقی |
| ۱۷۸ | محصولات و خدمات فرعی |
| ۱۷۸ | منابع |
| ۱۸۳ | فصل ۵. محصولات لبنی کشت داده شده |
| ۱۸۳ | مقدمه |
| ۱۸۴ | مصرف محصولات لبنی کشت داده شده |
| ۱۸۶ | محصولات لبنی کشت داده شده و باکتری‌های پروبیوتیک |
| ۱۹۱ | تخمیر و مبانی تولید |
| ۱۹۳ | تولید ماست |
| ۲۱۱ | ادعاهای سلامت بخشی و ماست پروبیوتیک |
| ۲۱۵ | ماست منجمد و دیگر محصولات وابسته به ماست |
| ۲۱۵ | ماست چکیده |
| ۲۱۶ | دوغ کره کشت داده شده |
| ۲۱۶ | تولید دوغ کره کشت داده شده |
| ۲۱۹ | عوامل مؤثر بر تشکیل دی استیل در دوغ کره کشت داده شده |
| ۲۱۹ | عیب‌ها |
| ۲۲۰ | خامه ترش |
| ۲۲۰ | تولید خامه ترش |
| ۲۲۲ | کفیر |
| ۲۲۳ | تولید کفیر |

| | |
|----------|---|
| ۲۲۷..... | دیگر محصولات لبنی کشت داده شده..... |
| ۲۲۸..... | منابع..... |
| ۲۳۳..... | فصل ۶. پنیر |
| ۲۳۳..... | مقدمه..... |
| ۲۳۳..... | تولید و مصرف پنیر..... |
| ۲۳۶..... | مبانی تولید..... |
| ۲۳۸..... | تبدیل یک مایع به یک جامد..... |
| ۲۴۳..... | مراحل عمومی پنیرسازی..... |
| ۲۴۴..... | شیر..... |
| ۲۵۸..... | انواع پنیر..... |
| ۲۵۸..... | پنیرهای دلمه شده با اسید..... |
| ۲۶۲..... | خانواده چدار..... |
| ۲۶۷..... | پنیر حفره دار (دارای چشم)..... |
| ۲۷۲..... | موزارلا و پنیرهای پاستا فیلاتا..... |
| ۲۷۸..... | پنیرهای سخت ایتالیایی..... |
| ۲۸۰..... | پنیرهای نوع هلندی..... |
| ۲۸۰..... | پنیرهای رسیده سطحی توسط باکتری ها..... |
| ۲۸۲..... | پنیرهای رسیده کپکی..... |
| ۲۸۷..... | پنیر آب نمکی..... |
| ۲۸۸..... | پنیر پروسس و سردبست..... |
| ۲۸۹..... | رسیدگی پنیر..... |
| ۲۹۳..... | پروتئولیز پنیر..... |
| ۲۹۶..... | مسائل جاری در فناوری تولید پنیر..... |
| ۲۹۷..... | تلخی و رسیدگی تسریع شده..... |
| ۲۹۸..... | باکتریوفوفاژ..... |
| ۳۰۱..... | معایب میکروبی، نگهداری و ایمنی غذایی..... |
| ۳۰۶..... | مصرف آب پنیر..... |
| ۳۰۷..... | منابع..... |

فصل ۷. فراورده‌های گوشتی تخمیری..... ۳۱۱

۳۱۱..... مقدمه

۳۱۱..... تاریخچه و تحول صنعت گوشت تخمیری

۳۱۳..... وضعیت فعلی.....

۳۱۵..... ترکیب گوشت

۳۱۶..... مبانی تخمیر

۳۱۸..... کشت‌های آغازگر گوشت

۳۳۰..... مبانی تولید گوشت تخمیر شده

۳۳۰..... اجزا

۳۳۳..... تولید سوسیس تخمیری

۳۴۱..... عطر و طعم محصولات گوشتی تخمیری

۳۴۱..... عیوب و فساد فراورده‌های گوشتی تخمیری

۳۴۶..... منابع

فصل ۸. فراورده‌های گیاهی تخمیری..... ۳۴۹

۳۴۹..... مقدمه

۳۵۰..... آمار مصرف

۳۵۱..... اصول تولید

۳۵۲..... جمعیت میکروبی سبزی‌های تازه

۳۵۵..... تولید کلم ترش (ساورکرات)

۳۶۴..... کیمچی

۳۶۸..... مبانی تولید شوری

۳۶۹..... تولید خیارشور تخمیری

۳۷۴..... تخمیر خیارشور

۳۸۰..... زیتون: محصولات و بازار

۳۸۱..... ترکیب

۳۸۸..... سبزی‌های تخمیری و تشکیل آمین‌های بیوژنیک

۳۸۸..... منابع

فصل ۹. نان..... ۳۹۳

۳۹۳..... مقدمه

| | |
|----------|---------------------------|
| ۳۹۵..... | تاریخچه |
| ۳۹۷..... | شیمی گندم و آسیابانی آن |
| ۴۰۴..... | شکل عرضه خمیرمایه |
| ۴۰۶..... | مبانی تولید نان |
| ۴۰۶..... | اجزا |
| ۴۲۱..... | فناوری نانوائی مدرن |
| ۴۲۱..... | فرایند تهیه خمیر از ابتدا |
| ۴۲۲..... | فرایند اسفنج و خمیر |
| ۴۲۲..... | فرایند اسفنج مایع |
| ۴۲۴..... | فرایند چارلی وود |
| ۴۲۴..... | تخمیر با خمیرترش |
| ۴۳۰..... | فساد و نگهداری نان |
| ۴۳۱..... | بیاتی |
| ۴۴۰..... | کیفیت نان |
| ۴۴۱..... | منابع |

| | |
|----------|----------------------------------|
| ۴۴۵..... | فصل ۱۰. سرکه |
| ۴۴۵..... | تاریخچه |
| ۴۴۶..... | تعریف |
| ۴۴۷..... | مبانی تولید سرکه |
| ۴۴۷..... | میکروب‌ها |
| ۴۵۱..... | متابولیسم و تخمیر |
| ۴۵۷..... | ژنتیک کشت‌های میکروبی |
| ۴۵۸..... | فناوری تولید سرکه |
| ۴۶۳..... | فرایند ژنراتور چکنده |
| ۴۶۵..... | تخمیر غوطه‌وری |
| ۴۶۶..... | فرایندهای پس از تخمیر |
| ۴۶۶..... | فساد، باکتریوفازها و دیگر مشکلات |
| ۴۶۷..... | کیفیت سرکه |
| ۴۷۳..... | منابع |

| | |
|----------|-------------------------------------|
| ۴۷۷..... | فصل ۱۱. غذاهای تخمیری خاور دور..... |
| ۴۷۷..... | تاریخچه..... |
| ۴۷۹..... | انواع غذاهای تخمیری آسیایی..... |
| ۴۸۰..... | تخمیرهای با منشأ گیاهی..... |
| ۴۸۰..... | تولید کوچی..... |
| ۴۸۵..... | تولید سس سویا و محصولات مشابه..... |
| ۴۸۶..... | کوچی..... |
| ۴۸۷..... | هضم..... |
| ۴۸۸..... | آنزیم‌شناسی مورومی..... |
| ۴۸۹..... | تخمیر..... |
| ۴۹۱..... | فشردن و تصفیه..... |
| ۴۹۲..... | پاستوریزاسیون و بسته‌بندی..... |
| ۴۹۲..... | ویژگی‌های محصول..... |
| ۴۹۸..... | میسو..... |
| ۴۹۹..... | تولید میسو..... |
| ۵۰۰..... | تخمیر..... |
| ۵۰۱..... | فساد و عیب‌ها..... |
| ۵۰۱..... | ناتو..... |
| ۵۰۲..... | تولید ناتو..... |
| ۵۰۲..... | تمپه..... |
| ۵۰۳..... | تولید تمپه..... |
| ۵۰۴..... | آماده‌سازی مادهٔ اولیه..... |
| ۵۰۵..... | تلقیح..... |
| ۵۰۶..... | تخمیر..... |
| ۵۰۶..... | میکروب‌شناسی تمپه..... |
| ۵۰۷..... | کشت تمپه..... |
| ۵۰۸..... | بیوشیمی تمپه..... |
| ۵۰۹..... | ارزش غذایی و ایمنی تمپه..... |
| ۵۱۰..... | فساد و عیب‌ها..... |
| ۵۱۲..... | غذاهای دریایی تخمیری..... |
| ۵۱۳..... | تولید سس و خمیر ماهی..... |

| | |
|--|----------------------------|
| ۵۱۷..... | ایمنی غذاهای تخمیری آسیایی |
| ۵۲۱..... | منابع |
| فصل ۱۲. تخمیر کاکائو، قهوه و غلات | |
| ۵۲۵..... | تاریخچه کلی |
| ۵۲۶..... | اقتصاد فعلی |
| ۵۲۹..... | کاکائو |
| ۵۲۹..... | منشأ کاکائو |
| ۵۳۰..... | تولید و مصرف |
| ۵۳۱..... | فراوری پس از برداشت |
| ۵۳۴..... | مبانی تخمیر |
| ۵۳۴..... | بوم‌شناسی میکروبی کاکائو |
| ۵۴۵..... | قهوه |
| ۵۴۵..... | تاریخچه قهوه |
| ۵۴۶..... | تولید و مصرف |
| ۵۶۱..... | تخمیر غلات |
| ۵۶۳..... | منابع |
| ۵۶۷..... | نمایه |

مقدمه مترجمان

کتاب میکروبیولوژی و فناوری غذاهای تخمیری نخستین بار در سال ۲۰۰۶ میلادی توسط پروفیسور رابرت هاتکینز^۱ از اساتید گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه نبراسکا، ایالات متحده، به رشته تحریر درآمد. ویرایش دوم این کتاب در سال ۲۰۱۹ منتشر شد که ترجمه حاضر، حاصل این ویرایش است. مطالب کتاب دربرگیرنده مباحث مختلف از جمله اصول تخمیر، متابولیسم و فیزیولوژی میکروب‌ها، تکثیر زیست توده و تولید فراورده‌های تخمیری است. به دلیل ملاحظات قانونی و شرعی، سه فصل مربوط به فراورده‌های الکلی ترجمه نشدند. البته مطالعه متن اصلی این سه فصل برای درک عمیق‌تر و مدیریت فرایند تولید سرکه، خمیر مایه و نوشیدنی‌های مالتی توصیه می‌شود. اهمیت این ترجمه هنگامی مشخص می‌شود که بدانیم تاکنون کتاب جامعی در زمینه مواد غذایی تخمیری نگاشته نشده است و اندک مطالب فارسی موجود نیز به صورت پراکنده در کتاب‌های مختلف و اغلب با نوعی کلی‌گویی همراه است. مطالب کتاب دربرگیرنده یافته‌های جدید و در قالب دو درس صنایع تخمیری و میکروبیولوژی صنعتی قابل ارائه است. مخاطب این کتاب، دانشجویان، پژوهشگران و اساتید رشته‌های علوم و صنایع غذایی، مهندسی شیمی، میکروبیولوژی، بهداشت مواد غذایی، تغذیه، کارشناسان صنعت غذا و نهادهای نظارتی هستند.

محمدباقر حبیبی نجفی و رضا حاجی محمدی فریمانی

زمستان ۱۴۰۱

پیشگفتار مؤلف

هنگامی که اولین ویرایش کتاب میکروبیولوژی و فناوری غذاهای تخمیری در سال ۲۰۰۶ منتشر شد، تنها چند کتاب محدود در این حوزه تا آن زمان چاپ شده بود. علاوه بر این، به جز چند درس در حوزه فناوری‌هایی همچون پنیرسازی، کمتر گروه آموزشی در دنیا بود که پیرامون دانش تخمیر، دوره آموزشی ارائه دهد. به هر حال، در یک دهه گذشته این وضعیت تغییر کرده است. اکنون غذاها و نوشیدنی‌های تخمیری توجه دانشمندان حوزه‌های مختلف همچون میکروبیولوژی، شیمی، مهندسی، تغذیه و پزشکی را به خود جلب کرده است. روش‌های مولکولی و آنالیز توسعه یافته است و نقش هریک از میکروب‌ها و تمام جمعیت میکروبی در ایجاد عطر و طعم، بافت و ظاهر منحصر به فرد محصولات غذایی که به خاطر آن شناخته شده‌اند، اکنون بهتر درک می‌شود. علاقه مصرف‌کنندگان به غذاهای سنتی، مهارت‌محور و خوراکی‌های محلی به همراه شهرت غذاها و نوشیدنی‌های تخمیری در بازار و معروف بودن آن‌ها در دنیای اینترنت و کتاب‌فروشی‌ها کاملاً آشکار و در ویرایش جدید کتاب مورد توجه قرار گرفته است.

در ویرایش جدید، چندین هدف دنبال می‌شود: نخست، متن به شکلی نگارش شده که به عنوان منبع درسی مورد استفاده دانشجویان کارشناسی باشد. علاوه بر این، انتظار می‌رود به عنوان منبعی عمومی توسط پژوهشگران دانشگاهی و متخصصان صنعت مواد غذایی و آشامیدنی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. گرچه انتظار می‌رود خوانندگان این کتاب، از درکی اساسی و بنیادی پیرامون میکروبیولوژی مواد غذایی برخوردار باشند، داشتن پیش‌زمینه در حوزه زیست‌شناسی و بیوشیمی، مبنای لازم جهت درک بخش‌های مختلف کتاب را فراهم خواهد کرد. در ویرایش جدید، فصل دیگری با موضوع قهوه، کاکائو و تخمیر غلات اضافه شده است. همچون ویرایش اول، بخش‌های جدیدی تحت عنوان «مطالعه بیشتر» اضافه شده است که هدف آن، افزودن مطالبی جالب و بیشتر از مطالب اصلی است. مطالبی به ویرایش دوم کتاب اضافه شده که دربرگیرنده یافته‌های جدید است. در نهایت، همانند ویرایش اول کتاب، تلاش شده است که مطالعه متن ساده‌تر شود. به همین دلیل از ارجاع جمله به جمله متن به منابع پرهیز شده و به حداقل خود رسیده است. انتهای هر فصل حاوی منابع به کاررفته در آن فصل است.