



اصول و مبانی

میکروبیولوژی صنعتی

دکتر علی محمدی

عضو هیئت علمی دانشگاه الزهراء (س)

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱۳
بخش اول: مباحثی در تخمیر	
کلیات	۱۹
فصل اول	۱۹
تخمیر.....	۲۰
تخمیر: هنری از دیرباز، مهارتی برای آینده.....	۲۲
تخمیر از منظر بیوشیمی.....	۲۴
محصولات تخمیر در میکرووبها.....	۲۶
انواع تخمیر.....	۲۹
الف) تخمیر اسیدی.....	۲۹
ب) تخمیر الکلی.....	۳۱
تنفس یا تخمیر؟.....	۳۳
مقایسه تنفس و تخمیر.....	۳۳
تخمیر واقعی یا حقیقی.....	۳۵
شدت تخمیر و اندازه‌گیری آن.....	۳۶
تخمیر در صنعت	۳۷
فصل دوم	۳۷
فناوری تخمیر.....	۳۸
نمای کلی فرآیند.....	۳۹
محیط تخمیر.....	۴۰
محصولات تخمیر.....	۴۱
۱- تولید توده زیستی.....	۴۱
۲- تولید متابولیت‌های خارج سلولی.....	۴۲
۳- تولید اجزای داخل سلولی.....	۴۴
۴- دگرگون سازی سوپسترا.....	۴۴

۴۴.....	مراحل تخمیر صنعتی.....
۴۴.....	فرایندهای بالادستی.....
۴۵.....	فرایند تخمیر.....
۴۶.....	فرایندهای پایین دستی.....
۴۷.....	میکروارگانیزم‌های صنعتی.....
۴۷.....	فصل سوم.....
۴۷.....	الف) باکتری‌ها.....
۴۹.....	۱- پروتئوباکتری‌ها.....
۵۰.....	۲- فیرمیکوتها.....
۵۳.....	۳- اکتینوباکتری‌ها.....
۵۴.....	ب) قارچ‌ها.....
۵۴.....	۱- فیکومیست‌ها (زیگومیستها).....
۵۵.....	۲- آسکومیست‌ها.....
۵۵.....	۳- قارچ‌های ناقص.....
۵۶.....	۴- بازیدیومیست‌ها.....
۵۶.....	ویژگی‌های مطلوب میکروارگانیزم‌های صنعتی.....
۵۷.....	غربال میکروارگانیزم‌ها.....
۵۸.....	تکنیک‌های انتخاب میکروارگانیزم‌ها.....
۵۸.....	۱) روش‌های شیمیایی.....
۵۸.....	۲) روش‌های فیزیکی.....
۵۹.....	۳) روش زیستی.....
۵۹.....	تکنیک‌های کشت خالص.....
۵۹.....	روش‌های عمومی جداسازی.....
۵۹.....	۱- تکنیک کشت مخطط (Streak-plate).....
۶۰.....	۲- تکنیک کشت مخلوط با آگار (Pour-plate).....
۶۰.....	۳- تکنیک کشت گسترده (Spread-plate).....
۶۱.....	۴- تکنیک نوک ریشه (Hyphal tip).....
۶۱.....	۵- تکنیک ریز دستورزی (Micromanipulator).....
۶۳.....	بهبودبخشی سویه صنعتی.....

فصل چهارم ۶۳

- ۶۴..... جهش
- ۶۴..... موتاژن‌های معمول
- ۶۵..... الف) موتاژن‌های شیمیایی
- ۶۷..... ب) پرتودهی
- ۶۸..... بهبود بازده
- ۶۸..... نفوذپذیری دیواره سلول
- ۶۸..... مقاومت در برابر آنالوگ‌ها
- ۶۹..... جهش یافته‌های اوکسوتروفیک
- ۷۱..... بهبود سویه توسط نوترکیبی
- ۷۱..... الف) نوترکیبی جنسی
- ۷۲..... ب) چرخه شبه جنسی
- ۷۲..... ج) آمیزش پروتوپلاست

نگهداری ذخایر میکروبی صنعتی ۷۵**فصل پنجم ۷۵**

- ۷۵..... اهمیت کلکسیون‌های کشت در میکروشناسی صنعتی
- ۷۶..... انواع کلکسیون‌های کشت
- ۷۸..... کار با کلکسیون‌های کشت
- ۷۹..... روش‌های نگهداری میکروارگانیسم‌ها
- ۷۹..... واکشت‌های (تجدید کشت) متوالی
- ۸۰..... الف) روش‌های نگهداری بر اساس کاهش دمای رشد
- ۸۱..... ۱- نگهداری بر روی آگار در یخچال معمولی (4°C - 10°C)
- ۸۳..... ۲- نگهداری در فریزرهای 20°C - یا 60°C - الی 80°C -
- ۸۴..... ۳- ذخیره‌سازی در فاز مایع یا بخار نیتروژن (156°C - الی 196°C -)
- ۸۵..... ب) روش‌های نگهداری بر اساس آیزدایی
- ۸۵..... ۱- خشک کردن در سیلیکا ژل استریل
- ۸۵..... ۲- نگهداری بر کاغذ صافی استریل
- ۸۶..... ۳- نگهداری در خاک خشک استریل
- ۸۶..... ۴- انجماد خشک یا لیوفیلیزاسیون

۸۷.....	۵-خشکسازي L (خشکسازي مایع، خشکسازي بدون خنکسازي).....
۸۷.....	ج) روش‌های نگهداری بر اساس کاهش مواد مغذی.....
۸۷.....	۱-ذخیره‌سازی در آب مقطر.....
۸۸.....	طول مدت نگهداری.....
۸۸.....	نگهداری کوتاه‌مدت.....
۸۸.....	نگهداری بلندمدت.....
۹۰.....	ارزیابی تعیین مناسب‌ترین روش نگهداری یک ارگانیزم.....
۹۳.....	محیط کشت صنعتی و تغذیه ارگانیزم‌ها
۹۳.....	فصل ششم
۹۳.....	نیازهای غذایی پایه در محیط‌های کشت صنعتی.....
۹۵.....	معیارهای انتخاب مواد خام مورد استفاده در محیط‌های صنعتی.....
۹۵.....	هزینه ماده.....
۹۶.....	دسترسی راحت به ماده خام.....
۹۶.....	هزینه‌های انتقال.....
۹۶.....	راحتی دفع پسماند ناشی از مواد خام.....
۹۶.....	یکنواختی در کیفیت ماده خام و راحتی استانداردسازی.....
۹۷.....	ترکیب شیمیایی مناسب محیط کشت.....
۹۷.....	حضور پیش ماده‌های مربوطه.....
۹۷.....	برآورده کردن شرایط تولید و رشد میکروب.....
۹۸.....	برخی مواد خام مورد استفاده در ترکیب بندی محیط‌های صنعتی.....
۹۸.....	خیساب ذرت (عصاره خیسانده ذرت).....
۹۹.....	فارمادیا.....
۹۹.....	انحلال پذیرهای تقطیری.....
۹۹.....	کنجاله سویا.....
۹۹.....	ملاس.....
۱۰۰.....	عصاره سولفیت.....
۱۰۱.....	فاکتورهای رشد.....
۱۰۱.....	آب.....
۱۰۳.....	تکنیک های سترون سازی

فصل هفتم ۱۰۳

۱۰۳.....	مقدمه
۱۰۴.....	سرعت مرگ میکروارگانیزم‌ها
۱۰۶.....	نحوه عمل سترون کننده ها
۱۰۷.....	شیوه های سترون سازی
۱۰۸.....	حرارت
۱۰۹.....	فشار
۱۰۹.....	پرتودهی
۱۱۰.....	فیلتراسیون
۱۱۱.....	سترون سازی محیط کشت
۱۱۱.....	سترون سازی غیرمداوم (بسته)
۱۱۲.....	سترون سازی مداوم
۱۱۴.....	سترون سازی افزودنی ها
۱۱۴.....	سترون سازی ظرف فرمنتور
۱۱۴.....	سترون سازی فیلتری
۱۱۴.....	۱-انتشار (نفوذ)
۱۱۵.....	۲-برخورد و رهگیری اینرسی
۱۱۵.....	۳-جذب الکتروستاتیک
۱۱۵.....	۴-نگهداری
۱۱۶.....	سترون سازی هوا

فرمنتور و بیوراکتور؛ انواع ۱۱۷**فصل هشتم ۱۱۷**

۱۱۷.....	دیباچه
۱۱۹.....	فرمنتور و بیوراکتور
۱۲۰.....	انواع فرمنتور و بیوراکتور
۱۲۰.....	فرمنتورهای آزمایشگاهی
۱۲۰.....	فرمنتورهای نیمه صنعتی
۱۲۱.....	فرمنتورهای صنعتی
۱۲۱.....	طبقه بندی بیوراکتور

سیستم های تخمیر.....	۱۲۳
۱) راکتورهای همزن دار (STR).....	۱۲۴
۲) سیستم پنوماتیک.....	۱۲۵
۳) سیستم هیدرودینامیک.....	۱۲۶
همزدن محتویات فرمنتور.....	۱۲۷
تنوع فرمنتورها و بیوراکتورها.....	۱۲۸
فرمنتور ستون حبابی.....	۱۲۹
بستر آکنده.....	۱۲۹
بستر سیالی.....	۱۳۰
بیوراکتورهای نوری (فتو بیوراکتور).....	۱۳۱
بیوراکتور غشائی.....	۱۳۲

فناوری تخمیر کاربردی..... ۱۳۵

فصل نهم..... ۱۳۵

۱) کشت ناپیوسته (بسته).....	۱۳۷
منحنی رشد کشت ناپیوسته.....	۱۳۸
مزایای کشت ناپیوسته.....	۱۴۱
معایب کشت ناپیوسته.....	۱۴۱
۲) کشت نیمه پیوسته (تغذیه ناپیوسته).....	۱۴۲
تخمیرهای نیمه پیوسته ثابت و متغیر.....	۱۴۵
مزایای کنترل نیمه پیوسته.....	۱۴۶
معایب کنترل نیمه پیوسته.....	۱۴۷
۳) کشت پیوسته.....	۱۴۷
مزایای کشت پیوسته.....	۱۴۸
معایب کشت پیوسته.....	۱۴۹

استخراج تولیدات تخمیری..... ۱۵۱

فصل دهم..... ۱۵۱

الف) رفع جامدات (انحلال ناپذیرها).....	۱۵۳
۱- ته نشینی.....	۱۵۴

۱۵۵.....	۲- فیلتراسیون
۱۵۵.....	۲-۱) فیلتر نوع خلاء چرخنده
۱۵۶.....	۲-۲) فیلترهای نوع حلقه و سیم
۱۵۶.....	۳- سانتریفیوژ
۱۵۷.....	۳- انعقاد و انباشتگی
۱۵۸.....	۴- جزء به جزء کردن با کف
۱۵۹.....	۵- تیمار کل کشت مایع
۱۵۹.....	ب) جداسازی محصول اولیه
۱۶۰.....	۱- تخریب سلول
۱۶۰.....	۱-۱) روش‌های مکانیکی
۱۶۱.....	۱-۲) روش‌های غیرمکانیکی
۱۶۲.....	۲- استخراج مایع
۱۶۴.....	۳- استخراج تفکیکی
۱۶۴.....	۴- جذب سطحی تبادل یونی
۱۶۵.....	۵- رسوب کردن
۱۶۵.....	ج) خالصسازی
۱۶۵.....	۱- کروماتوگرافی
۱۶۶.....	۲- رنگردایی کربنی
۱۶۷.....	۳- کریستالسازی
۱۶۷.....	د) جداسازی محصول
۱۶۷.....	۱- فرآوری کریستالی
۱۶۸.....	۲- خشک کردن
۱۶۸.....	۱-۲- رفع رطوبت فاز مایع
۱۶۹.....	۲-۲- رفع رطوبت فاز جامد (انجماد خشک)

بخش دوم: بیوتکنولوژی کاربردی

کاربرد همه جانبه ۱۷۳

فصل یازدهم ۱۷۳

بازسازی عناصر حیاتی ۱۷۳

بهداشت و درمان ۱۷۴

- تصفیه فاضلاب: کاربرد میکروب‌ها در بازسازی آب..... ۱۷۹
- کاربرد میکروب‌ها در پاک‌سازی آلاینده‌ها..... ۱۷۹
- کنترل حشرات با میکروارگانیسم‌ها..... ۱۸۰
- صنایع غذایی..... ۱۸۰
- فناوری‌های مدرن زیستی و فناوری DNA نو ترکیب..... ۱۸۱
- کاربردهای صنعتی..... ۱۸۲
- میکروبیولوژی صنعتی و آینده..... ۱۸۶

تولید اسیدهای آمینه..... ۱۸۷

فصل دوازدهم..... ۱۸۷

- ال-گلو تامیک اسید..... ۱۸۸
- کاربردها..... ۱۸۸
- میکروارگانیسم‌ها..... ۱۸۹
- بیوسنتز اسید گلو تامیک..... ۱۸۹
- روش‌های تولید..... ۱۸۹
- راندمان تجاری اسید گلو تامیک..... ۱۹۱
- ال-تریپتوفان..... ۱۹۱
- کاربردها..... ۱۹۱
- میکروارگانیسم‌های مورد استفاده..... ۱۹۱
- مسیر بیوسنتزی..... ۱۹۱
- روش‌های تولید..... ۱۹۲
- ال-لیزین (L-LYSINE)..... ۱۹۴
- بیوسنتز ال-لیزین..... ۱۹۴
- روش‌های تولید..... ۱۹۵

اسیدهای آلی..... ۱۹۹

فصل سیزدهم..... ۱۹۹

- اسید استیک (سرکه)..... ۱۹۹

۲۰۰.....	تخمیرهای سرکه.....
۲۰۲.....	اسید سیتریک.....
۲۰۴.....	اسید فوماریک.....
۲۰۵.....	تولید میکروبی اسید فوماریک.....
۲۰۵.....	اسید گلو کونیک.....
۲۰۵.....	کاربردهای اسید گلو کونیک.....
۲۰۶.....	تولید میکروبی اسید گلو کونیک.....

۲۰۷..... آنتی‌بیوتیک‌ها

۲۰۷..... فصل چهاردهم

۲۰۸.....	تاریخچه شیمی درمانی.....
۲۱۲.....	آمینو گلیکوزیدها.....
۲۱۴.....	ماکرو لیدها.....
۲۱۵.....	بتالاکتام‌ها.....
۲۱۶.....	۱- پنی سیلین‌ها.....
۲۲۰.....	۲- کر با پینم‌ها.....
۲۲۱.....	۳- مونوباکتام‌ها.....
۲۲۱.....	۴- سفالوسپورین‌ها.....
۲۲۲.....	آنتی‌بیوتیک‌های پلی‌پتیدی.....
۲۲۴.....	پپتیدهای ضد میکروبی.....
۲۲۵.....	آینده داروهای شیمی درمانی.....
۲۲۶.....	تولید و عرضه.....
۲۲۹.....	چالش‌های موجود.....
۲۲۹.....	ورود زیست‌فناوری.....

۲۳۱..... فناوری آنزیم

۲۳۱..... فصل پانزدهم

۲۳۱.....	آزیم‌ها (Abzymes).....
----------	------------------------

- ۲۳۲.....ریوزیم‌ها (Ribozymes).....
- ۲۳۳.....اکسترموزیم‌ها (Extremozymes).....
- ۲۳۳.....سینزیم‌ها (Synzymes).....
- ۲۳۳.....طبقه‌بندی و نام‌گذاری آنزیم‌ها.....
- ۲۳۴.....آنزیم‌ها در صنایع گوناگون.....
- ۲۳۵.....تولید آنزیم‌های میکروبی.....
- ۲۳۶.....جنبه‌های تولید.....
- ۲۳۷.....روش‌های کلی تولید و خالص‌سازی.....
- ۲۳۷.....(۱) تخمیر سوبسترای جامد.....
- ۲۳۹.....(۲) کشت غوطه‌ور.....
- ۲۴۰.....تولید آمیلاز.....
- ۲۴۱.....تولید میکروبی α -آمیلاز.....
- ۲۴۲.....پروتئازها.....
- ۲۴۳.....پروتئاز سرین قلیایی.....
- ۲۴۴.....پروتئاز قلیایی قارچی.....
- ۲۴۴.....پروتئاز اسیدی.....
- ۲۴۴.....روش تولید پروتئاز اسیدی.....
- ۲۴۵.....تولید رنت به وسیله *Mucor miehei*.....
- ۲۴۶.....تولید شربت ذرت با فروکتوز بالا (HFCS).....
- ۲۴۷.....منابع.....