

# بیوتکنولوژی میکربی

جلد دوم

تالیف:

دکتر فریدون ملک‌زاده

دکتر محمدرضا صعودی



## انتشارات دانشگاه تهران

شماره ۲۷۶۳

شماره مسلسل ۵۲۷۳

ملک‌زاده، فریدون، ۱۳۱۲-  
بیوتکنولوژی میکربی / تألیف فریدون ملک‌زاده، محمدرضا صمودی، شیرین ملک‌زاده-  
تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ، ۱۳۸۵-۱۳۸۰.  
۲ ج: مصور، جدول، نمودار- (انتشارات دانشگاه تهران: شماره ۲۷۶۳، ۲۴۸۹)  
ISBN 964-03-9248-0 (دوره):  
ISBN 964-03-4334-X (ج. ۱):  
ISBN 964-03-5273-X (ج. ۲):  
فهرست نویسی براساس اطلاعات لیا.  
F. Malekzadeh, M. R. Soudi, Sh. Malekzadeh... پشت جلد به انگلیسی.  
Microbial Biotechnology.  
جلد ۲ (چاپ اول: ۱۳۸۵).  
واژه‌نامه. کتابخانه.  
۱. تکنولوژی زیستی میکربی. الف. صمودی، محمدرضا، ۱۳۴۲- ب. ملک‌زاده، شیرین.  
ج. دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ. د. عنوان.  
م ۷ / ۲۷ / ۲۴۸ TP ۶۶۰/۶۲  
کتابخانه ملی ایران  
۷۹-۲۵۱۹۶ م

شابک ۹۶۴-۰۳-۹۲۴۸-۰ (دوره دو جلدی) (2vol.set) ISBN 964-03-9248-0

شابک ۹۶۴-۰۳-۵۲۷۳-X (جلد دوم) (vol. 2) ISBN 964-03-5273-X

عنوان: بیوتکنولوژی میکربی (جلد دوم)

تألیف: دکتر فریدون ملک‌زاده - دکتر محمدرضا صمودی

ناشر: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

تاریخ انتشار: ۱۳۸۵ (چاپ اول)

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران

مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است.

«کلیه حقوق برای دانشگاه تهران محفوظ است»

بها: ۴۵۰۰۰ ریال

پست الکترونیک: Press@ut.ac.ir - آدرس سایت: Press.ut.ac.ir



ای نام تو بهترین سرآغاز      بی نام تو نامه کی کنم باز

## فهرست

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| فصل دوازدهم - باتری های سوختی بیوالکتروشیمیایی ..... | ۱  |
| پیشینه .....                                         | ۲  |
| پیل های سوختی هیدروژن - اکسیژن .....                 | ۵  |
| اصول کار پیل های سوختی بیوالکتروشیمیایی .....        | ۷  |
| دسته بندی پیل های سوختی بیوالکتروشیمیایی .....       | ۸  |
| پیل های سوختی بیوالکتروشیمیایی غیر مستقیم .....      | ۸  |
| پیل های سوختی بیوالکتروشیمیایی مستقیم .....          | ۱۰ |
| کاربرد ترکیب های واسطه اکسید و احیاء .....           | ۱۱ |
| تولید هیدروژن .....                                  | ۱۴ |
| برتری ترمودینامیکی تبدیل زیستی انرژی .....           | ۱۶ |
| ساز و کارهای تولید هیدروژن به روش زیستی .....        | ۱۶ |
| فتوبیوراکتورها .....                                 | ۱۹ |
| راهبردهای تولید هیدروژن و اصلاح سویه ها .....        | ۲۰ |
| سیانو باکترها .....                                  | ۲۰ |
| باکتری های فتوسنتزکننده .....                        | ۲۵ |
| منابع مورد استفاده .....                             | ۲۶ |
| فصل سیزدهم - اتانل، استون، بوتانل .....              | ۲۹ |
| قندها .....                                          | ۳۲ |
| نشاسته .....                                         | ۳۳ |
| سلولز .....                                          | ۳۳ |
| مرحله ۲: از قندها تا الکل .....                      | ۳۴ |
| مخمرها .....                                         | ۳۴ |
| طیف ماده اولیه ( سوپسترا) .....                      | ۳۵ |

|    |                                                     |
|----|-----------------------------------------------------|
| ۳۶ | به مصرف رسیدن ماده اولیه                            |
| ۴۰ | تحمل پذیری اتانل                                    |
| ۴۳ | درجه گرما                                           |
| ۴۳ | تشکیل توده سلول ها و استفاده مجدد                   |
| ۴۵ | تفاله                                               |
| ۴۵ | زیموموناس موبی لیس - مولد دیگر اتانل                |
| ۴۶ | مصرف هیدرات کربن در زیموموناس                       |
| ۴۸ | ورود گلوکز و تخمیر آن در راه متابولیکی انثره-دودروف |
| ۵۳ | تحمل پذیری اتانل                                    |
| ۵۶ | شیرین سازی و تخمیر همزمان                           |
| ۵۶ | تلفیق مراحل I و II                                  |
| ۵۷ | تخمیرهای کلاستریدیومی                               |
| ۵۸ | ارزیابی تولید اتانل سوخت از توده زنده               |
| ۶۴ | استون و بوتانل                                      |
| ۶۵ | میکروارگانسیم ها                                    |
| ۶۶ | کلاستریدیوم ها                                      |
| ۶۶ | کلاستریدیوم استوبوتیلیکم                            |
| ۶۷ | سوبسترای تخمیر                                      |
| ۶۷ | پیش مواد غیرسلولزی                                  |
| ۶۸ | پیش مواد مشتق از ترکیبات لیگنوسلولزی                |
| ۶۹ | استفاده مستقیم از لیگنوسلولز                        |
| ۷۰ | بیوشیمی و فیزیولوژی                                 |
| ۷۲ | جریان الکترونی                                      |
| ۷۳ | راه های بیوشیمیایی تولید اسید                       |
| ۷۵ | راه های بیوشیمیایی تولید حلال                       |
| ۷۸ | تعیین معادلات واکنش ها                              |
| ۷۹ | تنظیم جریان الکترون ها                              |
| ۸۱ | فعالیت هیدروژناز                                    |
| ۸۱ | کنترل جریان الکترونی                                |

|     |                                               |
|-----|-----------------------------------------------|
| ۸۲  | چگونگی آغاز مرحله تولید حلال                  |
| ۸۲  | اثر pH بیرونی (برون سلولی)                    |
| ۸۳  | نقش فراورده های اسیدی                         |
| ۸۳  | نقش pH داخلی                                  |
| ۸۴  | نقش محدودیت فاکتورهای غذایی                   |
| ۸۵  | گرما                                          |
| ۸۵  | اکسیژن                                        |
| ۸۵  | تولید حلال و تمایز سلولی                      |
| ۸۶  | ذخیره گرانولوز                                |
| ۸۶  | تولید کپسول                                   |
| ۸۶  | سمیت حلال                                     |
| ۸۷  | مکانیسم اثرگذاری سمیت بوتانل                  |
| ۸۷  | تحمل بوتانل                                   |
| ۸۹  | تولید حلال و پایداری کشت                      |
| ۸۹  | ژنتیک و بهبود سویه ها                         |
| ۸۹  | سیستم های انتقال ژن                           |
| ۸۹  | باکتریوفاژها                                  |
| ۹۰  | پلاسمید و هم یوغی                             |
| ۹۱  | ترکیب پروتوپلاست ها                           |
| ۹۱  | کلون کردن ژن ها                               |
| ۹۲  | فرایند تخمیر برای تولید انبوه                 |
| ۹۴  | منابع مورد استفاده                            |
| ۹۷  | فصل چهاردهم - سنتز مواد آلی                   |
| ۱۰۰ | رده بندی آنزیم ها                             |
| ۱۰۱ | تغییر و تبدیل میکربی استروئیدها و استرول ها   |
| ۱۰۷ | تجزیه زیستی توسط آمیذاها، پپتیدازها و لیپازها |
| ۱۰۷ | پنسیلین های نیمه ساختگی                       |
| ۱۱۲ | خواص و کاربردهای لیپازها                      |

- ۱۱۳ ..... انتراستریفیکاسیون چربی‌ها و روغن‌ها
- ۱۱۵ ..... تغییر و تبدیل بیوسنتتیک: استریفیکاسیون آناتیوسلکتیو توسط لیپاز
- ۱۲۰ ..... مثال‌هایی از سنتز داروهای خالص نوری
- ۱۲۱ ..... اکسیداسیون انتخابی (S) ۱-۲-O-ایزوپروپیلیدن گلیسرول
- ۱۲۳ ..... ایزومریزاسیون ناپروکسن (R) به ناپروکسن (S)
- ۱۲۴ ..... سنتز میکربی آکریل آمید
- ۱۲۷ ..... کاتابولیسم آکریلونیتریل توسط سویه سودوموناس کلوروفیس B23
- ۱۲۸ ..... تعدیل میزان نیتریل هیدراتاز
- ۱۲۹ ..... سنتزیو کاتالیتیک چند مرحله‌ای
- ۱۳۳ ..... کلون کردن ژن کدکننده Gsh A
- ۱۳۵ ..... کلون کردن ژن کدکننده Gsh B
- ۱۳۵ ..... ساختن پلاسمید دورگه ناقل Gsh A و Gsh B
- ۱۳۸ ..... خلاصه فرایند گلوکوتایون
- ۱۳۹ ..... مهندسی راه متابولیکی در تولید ویتامین C
- ۱۴۰ ..... تبدیل میکربی د-گلوکز به 2-KLG
- ۱۴۲ ..... شناسایی و تعیین صفات 2,5-DKG ردوکتاز
- ۱۴۲ ..... کورینه باکتریوم ATCC31090
- ۱۴۳ ..... کلون کردن ژن 2,5-DKG ردوکتاز
- ۱۴۳ ..... بیان ژن 2,5-DKG در اروینیا هریکولا و مسائل مربوط
- ۱۴۸ ..... منابع مورد استفاده
- ۱۵۱ ..... فصل پانزدهم - اسیدهای آمینه
- ۱۵۳ ..... تخمیر توسط سویه‌های جهش‌یافته
- ۱۵۶ ..... تولید مواد حد واسط بیوسنتتیک توسط جهش‌یافتگان اگزوتروف
- ۱۶۷ ..... میکروارگانیزم‌های دارای مکانیسم‌های تنظیمی ساده‌تر
- ۱۶۷ ..... تولید در جهش‌یافتگان اگزوتروف
- ۱۷۲ ..... فرضیه سنتز برتر
- ۱۷۵ ..... تکثیر ژن‌های بیوسنتزی

|     |                                                   |
|-----|---------------------------------------------------|
| ۱۷۷ | تخمیر با سوبه‌های نوع وحشی                        |
| ۱۷۷ | تراوایی غشا                                       |
| ۱۷۹ | نیاز به عملکرد چرخه اسیدسیتریک ناقص               |
| ۱۸۲ | تنظیم آنزیم‌های سنتز گلو تامات                    |
| ۱۸۳ | تخمیر اسید آمینه و فناوری DNA نو ترکیب            |
| ۱۸۶ | تولید اسید آمینه توسط آنزیم‌ها                    |
| ۱۹۰ | تخمیر میکربی سنتی اسید گلو تامیک                  |
| ۱۹۱ | تولید اسید گلو تامیک                              |
| ۱۹۱ | سوبه میکربی                                       |
| ۱۹۲ | شرایط کشت                                         |
| ۱۹۳ | ذخیره دیگر محصولات براساس تغییر شرایط کشت         |
| ۱۹۴ | فیزیولوژی میکربی تخمیر اسید گلو تامیک             |
| ۱۹۷ | بهبود ژنتیکی سوبه‌های مولد L-گلو تامیک            |
| ۱۹۸ | نکاتی در تخمیر اسید با L-گلو تامیک در مقیاس انبوه |
| ۱۹۹ | نکاتی درباره تولید میکربی اسید آمینه لایزین       |
| ۱۹۹ | راه بیوسنتز لایزین                                |
| ۲۰۲ | منابع مورد استفاده                                |

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| ۲۰۷ | فصل شانزدهم - آنتی بیوتیک‌ها       |
| ۲۱۲ | رده‌های آنتی بیوتیک‌ها             |
| ۲۱۳ | عوامل ضد باکتریایی                 |
| ۲۲۲ | آمینو گلیکوزیدها آمینو سیکلیتول‌ها |
| ۲۲۳ | عوامل ضد قارچی                     |
| ۲۲۴ | آنتی بیوتیک‌های ضد تو مور          |
| ۲۲۷ | اهداف پژوهش درباره آنتی بیوتیک‌ها  |
| ۲۲۸ | پیدایش آمینو گلیکوزیدها            |
| ۲۳۳ | استرپتوما سین                      |
| ۲۳۴ | آمینو گلیکوزیدهای جدیدتر           |
| ۲۳۴ | کانامایسین                         |

|     |                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------|
| ۲۴۱ | فورتی میسین A                                              |
| ۲۴۲ | به کاربردن روش سنتز جهشی برای تولید آمینو گلیکوزیدهای تازه |
| ۲۴۳ | منشاء مقاومت آمینو گلیکوزیدی و طرح آن.                     |
| ۲۴۴ | آمینو گلیکوزیدها در مصارف غیر پزشکی.                       |
| ۲۴۵ | هیگرومایسین B                                              |
| ۲۴۵ | کاسوگامایسین.                                              |
| ۲۴۶ | پیدایش بتالاکتام‌ها.                                       |
| ۲۴۷ | پنی سیلین G                                                |
| ۲۴۹ | پنی سیلین‌های نیمه ساختگی                                  |
| ۲۵۵ | پنی سیلین‌های واجد استخلاف‌های بار منفی                    |
| ۲۵۶ | آسیل آمپی سیلین‌ها                                         |
| ۲۵۷ | سفالو سپورین‌ها.                                           |
| ۲۶۰ | سفالو سپورین‌های "نسل اول"                                 |
| ۲۶۲ | کشف سفاما یسین‌ها.                                         |
| ۲۶۳ | سفالو سپورین‌های نسل سوم                                   |
| ۲۶۴ | سفالو سپورین‌های نسل چهارم                                 |
| ۲۶۷ | ترکیباتی با هسته‌های غیر سنتی.                             |
| ۲۷۳ | طراحی بتالاکتام‌های جدید                                   |
| ۲۷۷ | تولید آنتی بیوتیک‌ها.                                      |
| ۲۷۹ | مهار کاتابولیتی                                            |
| ۲۸۰ | مهار نیتروژنی و فسفاتی.                                    |
| ۲۸۱ | تنظیم فیدبکی                                               |
| ۲۸۱ | تأثیر پیش سازها.                                           |
| ۲۸۴ | شرایط تخمیر.                                               |
| ۲۸۴ | ژنتیک تولید آنتی بیوتیک                                    |
| ۲۸۵ | روش سنتی اصلاح سوبه                                        |
| ۲۸۵ | روش‌های ژنتیک کلاسیک                                       |
| ۲۸۹ | جهش‌زایی هدفدار                                            |
| ۲۹۱ | ترکیب پروتوپلاستی                                          |



|     |                                         |
|-----|-----------------------------------------|
| ۲۹۲ | ..... کلون سازی                         |
| ۲۹۳ | ..... دیدگاه های نظری حاصل از کلون سازی |
| ۲۹۶ | ..... منافع عملی حاصل از کلون کردن      |
| ۲۹۹ | ..... مشکلات مقاومت آنتی بیوتیکی        |
| ۳۰۳ | ..... منابع مورد استفاده                |

## فصل هفدهم - کاربردهای محیطی ..... ۳۰۷

|     |                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------|
| ۳۰۸ | ..... توانایی های تجزیه ای میکروارگانیسم ها و منشأ ترکیب های آلی |
| ۳۱۰ | ..... میکروبیولوژی پساب ها و آب های زائد                         |
| ۳۱۱ | ..... مراحل تصفیه فاضلاب و آب های زائد                           |
| ۳۱۲ | ..... میکرب ها در تصفیه دوم                                      |
| ۳۱۵ | ..... فرایند تصفیه بی هوازی                                      |
| ۳۱۸ | ..... تجزیه ترکیبات آلی ساختگی طی تصفیه فاضلاب                   |
| ۳۲۲ | ..... تجزیه میکروبیولوژیک مواد شیمیایی غیر طبیعی                 |
| ۳۲۳ | ..... آلاینده های پستتاز و اثرهای آنها در سلامتی                 |
| ۳۲۹ | ..... اساس میکروبیولوژیک تجزیه زیستی                             |
| ۳۳۲ | ..... انواع بهسازی یا پاکسازی زیستی                              |
| ۳۳۳ | ..... کمپوست کردن                                                |
| ۳۳۵ | ..... آیش کردن خاک                                               |
| ۳۳۶ | ..... بیوراكتورهای بالای زمین                                    |
| ۳۳۷ | ..... کوشش در جهت ارزیابی "تجزیه زیستی در محل"                   |
| ۳۴۲ | ..... ژنتیک و جنبه های متابولیکی تجزیه زیستی                     |
| ۳۴۴ | ..... تجزیه زیستی هوازی بنزن و سایر هیدروکربن های حلقوی          |
| ۳۴۶ | ..... پلاسمید کاتابولیک TOL (pWW0)                               |
| ۳۵۴ | ..... مهندسی ژنتیکی در کنترل آلودگی صنعتی                        |
| ۳۵۵ | ..... گسترش افقی راه کاتابولیکی با مهندسی ژنتیک                  |
| ۳۶۰ | ..... میکروارگانیسم ها در بازیافت مواد معدنی                     |
| ۳۶۲ | ..... باکتری ها چگونه فلزات را از سنگ معدن می شویند              |
| ۳۶۲ | ..... آبشویه غیر مستقیم                                          |

|     |                                                   |
|-----|---------------------------------------------------|
| ۳۶۴ | آبشویه مستقیم                                     |
| ۳۶۴ | میکروارگانسیم‌های اکسیدکننده کانی‌ها              |
| ۳۶۶ | بازیافت مس با آبشویه توده‌ای                      |
| ۳۶۷ | آبشویه اورانیوم                                   |
| ۳۷۳ | جذب زیستی                                         |
| ۳۷۳ | کاربرد میکروارگانسیم‌ها در متراکم کردن کانی‌ها    |
| ۳۸۲ | منابع مورد استفاده                                |
| ۳۸۷ | <b>فصل هجدهم - بیوتکنولوژی میکربی سوخت</b>        |
| ۳۸۷ | بیوتکنولوژی زغال سنگ                              |
| ۳۸۹ | تجزیه زیستی و تغییر و تبدیل زغال سنگ              |
| ۳۹۰ | زغال سنگ سخت                                      |
| ۳۹۰ | باکتری‌ها                                         |
| ۳۹۱ | قارچ‌ها                                           |
| ۳۹۳ | لیگنیت (زغال سنگ قهوه‌ای)                         |
| ۳۹۶ | محلول شدن لیگنیت                                  |
| ۳۹۸ | دخالت هیدرولازها در محلول شدن لیگنیت              |
| ۳۹۹ | دپلمریزه شدن لیگنیت - آنزیم‌های اکسیداتیو         |
| ۴۰۰ | پراکسیدازها                                       |
| ۴۰۲ | فنل اکسیدازها                                     |
| ۴۰۴ | اقدامات دیگر برای تبدیل زغال سنگ                  |
| ۴۰۶ | دلایل بررسی تبدیل زغال سنگ به PHAS                |
| ۴۰۷ | فراورده‌های دپلمریزه شدن                          |
| ۴۰۹ | جنبه‌های محیطی تغییر و تبدیل زیستی زغال سنگ       |
| ۴۱۱ | حذف ترکیبات گوگرددار آلی                          |
| ۴۱۲ | مکانسیم‌های زیستی برای گوگردزدایی از برش‌های نفتی |
| ۴۱۳ | ویژگی‌های ترکیبات گوگردی در سوخته‌های فسیلی       |
| ۴۱۵ | میکروارگانسیم‌ها                                  |
| ۴۱۷ | زیست شیمی گوگردزدایی زیستی                        |
| ۴۲۴ | سینتیک گوگردزدایی زیستی                           |

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| ۴۳۰ | ..... ژنتیک              |
| ۴۳۲ | ..... بیوگاز             |
| ۴۳۳ | ..... سیستم بیوگازخانگی  |
| ۴۳۶ | ..... منابع مورد استفاده |

## فصل نوزدهم - میکروبیوتکنولوژی دریا

|     |                                              |
|-----|----------------------------------------------|
| ۴۴۱ | ..... گوناگونی میکروارگانیسم‌های دریایی      |
| ۴۴۴ | ..... تولید دارو از میکروارگانیسم‌های دریایی |
| ۴۴۶ | ..... باکتری‌های آزاد                        |
| ۴۵۰ | ..... باکتری‌های همسفره                      |
| ۴۵۱ | ..... باکتری‌های همزیست                      |
| ۴۵۲ | ..... قارچ‌ها                                |
| ۴۵۶ | ..... تولید ملاتین توسط باکتری‌های دریایی    |
| ۴۵۷ | ..... تولید پلی‌ساکاریدها                    |
| ۴۵۸ | ..... تولید چربی‌ها                          |
| ۴۵۹ | ..... پروتئین‌های یخ‌ساز و ضدیخ              |
| ۴۶۰ | ..... پاکسازی آلودگی‌های نفتی                |
| ۴۶۲ | ..... منابع مورد استفاده                     |

## فصل بیستم - بیوتکنولوژی غذایی

|     |                                                                 |
|-----|-----------------------------------------------------------------|
| ۴۶۵ | ..... بیوسنتز کارتنوئیدها                                       |
| ۴۶۸ | ..... ژن‌های کارتنوژنیک                                         |
| ۴۷۴ | ..... پرورش مولکولی راه بیوسنتز کارتنوئیدها                     |
| ۴۷۴ | ..... مهندسی متابولیکی تولید کارتنوئیدهای میکربی                |
| ۴۷۵ | ..... جنبه‌های میکروبیولوژیک نیازهای تغذیه‌ای و اکتشاف فضا      |
| ۴۷۸ | ..... نقش آینده میکروبیولوژی در سیستم‌های حافظ حیات در سفینه‌ها |
| ۴۸۱ | ..... میانکنش‌های میکرب و انسان در مأموریت‌های فضایی            |
| ۴۸۲ | ..... کاربرد بیوتکنولوژی در غذاهای تخمیر یافته بومی             |
| ۴۸۹ | ..... انتقال بیوتکنولوژی                                        |
| ۴۹۰ | ..... پروبیوتیک‌ها و فراورده‌های آنها                           |

|     |                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------|
| ۴۹۰ | مکانیسم عمل پدیوسین و نایسین                             |
| ۴۹۱ | مکانیسم عمل علیه سلول‌های حساس                           |
| ۴۹۳ | مدل‌ها برای میانکنش غشای - باکتریوسین                    |
| ۴۹۴ | تأثیر فاکتورها در فعالیت باکتریوسین                      |
| ۴۹۴ | لیپیدها و پروتئین‌ها، پذیرنده‌های سلولی                  |
| ۴۹۵ | تأثیر pH بیرونی                                          |
| ۴۹۶ | نقش ترکیب لیپیدی                                         |
| ۴۹۶ | روابط بین ساختار و عمل                                   |
| ۴۹۸ | نقش اسیدهای آمینه خاص در عملکرد باکتریوسین‌های رده II    |
| ۴۹۹ | ساختار سوم پیش‌بینی شده پدیوسین PA-۱                     |
| ۴۹۹ | تغییرات شکل فضایی در باکتریوسین‌های پدیوسین مانند        |
| ۵۰۰ | نقش بالقوه آرایش فضایی مشخص                              |
| ۵۰۳ | تولید بیوتکنولوژیکی مواد معطر و طعم‌دهنده                |
| ۵۰۴ | توجه صنایع طعم‌ساز درباره میکروارگانیسم‌ها فزونی می‌یابد |
| ۵۱۰ | متیل‌کتون‌های طعم‌دار حاصل از اسیدهای چرب                |
| ۵۱۳ | بررسی صنعتی فرایندهای زیستی طعم‌دهنده‌ها                 |
| ۵۱۵ | پیشرفت نیاز به درک بهتر متابولیسم میکربی دارد            |
| ۵۱۸ | بررسی ژنومیک تخمیر و سلامت میکربی مواد غذایی             |
| ۵۱۹ | ژنوم کامل، تشخیص و سنجش میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی   |
| ۵۲۱ | اقدامات مقایسه‌ای ژنومی                                  |
| ۵۲۳ | ژنوم نقش‌پرداز در تخمیر و نقش آن                         |
| ۵۲۵ | میانکنش میزبان - میکرب                                   |
| ۵۲۷ | منابع مورد استفاده                                       |
| ۵۳۱ | فصل بیست و یکم - کاربرد بیوتکنولوژی میکربی در پزشکی      |
| ۵۳۲ | کاربرد فراورده‌های میکربی                                |
| ۵۳۳ | اصلاح‌کننده‌های پاسخ ایمنی با وزن مولکولی کم             |
| ۵۳۴ | برخی اصلاح‌کننده‌های ایمنی میکربی و نقش آنها             |
| ۵۳۵ | بستاتین                                                  |
| ۵۳۶ | آماستاتین                                                |

|     |                                                |
|-----|------------------------------------------------|
| ۵۳۶ | استراستین و ایبولاکتون‌های A و B               |
| ۵۳۷ | فورفنی سین                                     |
| ۵۳۷ | سایر فراورده‌های میکربی با فعالیت فارماکولوژیک |
| ۵۳۸ | بازدارنده‌های پروتئاز یا پپتیداز               |
| ۵۳۸ | بازدارنده سنتز کلسترول                         |
| ۵۴۰ | سایر بازدارنده‌ها                              |
| ۵۴۳ | ترکیبات متصل‌شونده به پذیرنده‌های خاص          |
| ۵۴۴ | کاربرد پزشکی بیوسنسورهای میکربی                |
| ۵۴۷ | تشخیص سموم به کمک بیوسنسورها                   |
| ۵۴۹ | کاربرد آنزیم‌ها و بیوسنسورها                   |
| ۵۴۹ | آنتی‌بادی‌های کاتالیتیک                        |
| ۵۵۰ | ساختار و عملکرد آنتی‌بادی                      |
| ۵۵۱ | رده جدیدی از بیوکاتالیزها                      |
| ۵۵۴ | نخستین مثال‌ها از آنتی‌بادی‌های کاتالیتیک      |
| ۵۵۵ | تولید آنتی‌بادی‌های کاتالیتیک                  |
| ۵۵۷ | کاربردهای بالقوه آنزیم‌ها                      |
| ۵۵۸ | فعال‌سازی پیش‌داروها                           |
| ۵۵۸ | روش‌های تشخیص باکتری‌های بیماری‌زا             |
| ۵۶۳ | روش‌های انتخابی در متراکم کردن باکتری‌ها       |
| ۵۶۶ | انتخاب هدف تکثیر مناسب                         |
| ۵۶۷ | عملی بودن راه‌های سریع و نهایی                 |
| ۵۶۷ | مقابله با بیوتروریسم و سایر نکات               |
| ۵۶۹ | منابع مورد استفاده                             |
| ۵۷۱ | واژه‌نامه توصیفی                               |
| ۵۷۷ | اسامی زیگان                                    |
| ۵۸۱ | نمایه                                          |