



اشارات، شماره ۶۳۴

روش‌های آنزیم‌شناسی خاک

تألیف:

ریچارد پی. دیک

ترجمه:

دکتر امیر لکزیان

سرشناسه:	دیک، ریچارد پی، ۱۹۵۰ - م. Dick, Richard P
عنوان و نام پدیدآور:	روش‌های آنزیم‌شناسی خاک.
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری:	۵۶۶ ص.
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۶۳۴.
شابک:	(ISBN: 978-964-386-308-1)
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا مختصر.
یادداشت:	این مدرک در آدرس http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
یادداشت:	عنوان اصلی: Methods of soil enzymology.
یادداشت:	کتابنامه.
شناسه افزوده:	لکزیان، امیر، ۱۳۴۱ - ، مترجم.
شماره کتابشناسی ملی:	۳۷۶۴۸۳۵



انتشارات، شماره ۶۳۴

روش‌های آنزیم‌شناسی خاک

تألیف

ریچارد پی. دیک

ترجمه

دکتر امیر لکزیان

ویراستار علمی

دکتر ناصر علی اصغرزاد

(استاد گروه علوم خاک دانشگاه شیراز)

وزیری، ۵۶۶ صفحه، ۱۰۰۰ نسخه، چاپ اول، بهار ۱۳۹۴

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

بها: ۲۲۰۰۰۰ ریال

مراکز پخش:

فروشگاه و نمایشگاه کتاب پردیس: مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی، سازمان مرکزی،

جنب سلف سرویس باس، تلفن: ۳۸۸۳۳۷۲۷ (۰۵۱)

مؤسسه کتابپیران: تهران، میدان انقلاب، خیابان نصرت، خیابان دکتر فریب، نرسیده به خیابان

فرصت، پلاک ۷ - تلفن: ۱۵-۶۶۵۶۶۵۱۰ (۰۲۱)

مؤسسه دانشپیران: تهران، خیابان انقلاب، خیابان منبری جاوید (اردیبهشت) نبش خیابان نظری،

شماره ۱۴۲ - تلفاکس: ۲۲۰-۶۶۴۰۰۱۴۴-۶۶۴۰۰ (۰۲۱)

Email: fum.publication@yahoo.com

فهرست مطالب

۲۱	.....	مقدمه مترجم
۲۳	.....	سخنی با خوانندگان
۲۵	.....	پیشگفتار مؤلف
۲۹	.....	فصل ۱ - تاریخچه مختصری از پژوهش های آنزیم شناسی خاک
۲۹	.....	۱-۱ مقدمه
۲۹	.....	۱-۲ سال های اولیه
۳۱	.....	۱-۳ روش شناسی آنزیمی خاک
۳۸	.....	۱-۴ خاستگاه ها و توزیع آنزیم ها در خاک
۳۹	.....	۱-۴-۱ پژوهش و جستجو برای کشف جایگاه آنزیم های خاک
۴۵	.....	۱-۴-۲ اهمیت بوم شناختی آنزیم های تثبیت شده خاک
۴۶	.....	۱-۴-۳ توزیع مکانی و زمانی آنزیم های خاک
۴۸	.....	۱-۵ رابطه فعالیت آنزیم با ویژگی های بیولوژیکی در خاک ها
۵۰	.....	۱-۶ کاربردها و خدمات اکوسیستمی
۵۱	.....	۱-۶-۱ فعالیت آنزیم به عنوان شاخص حاصلخیزی یا کیفیت خاک
۵۴	.....	۱-۶-۲ سمیت زدایی خاک های آلوده
۵۷	.....	۱-۶-۳ آنزیم های خاک و پاسخ های رشدی گیاه
۵۸	.....	۱-۷ خلاصه
۶۱	.....	منابع

فصل ۲ - بوم شناسی فعالیت آنزیم های خارج یاخته ای و تجزیه مواد آلی خاک:

۷۹	.....	یک فرآیند پیچیده و متکی بر جوامع میکروبی
۷۹	.....	۲-۱ مقدمه
۸۲	.....	۲-۲ تنوع بستره و آنزیم در خاک ها
۸۷	.....	۲-۳ جایگاه و پایداری آنزیم های خارج یاخته ای خاک
۹۳	.....	۲-۴ کنترل های دمای بر فعالیت های آنزیم
۹۵	.....	۲-۵ تنظیم تولید آنزیم خارج یاخته ای

۹۹	۶-۲ نتایج
۱۰۰	منابع

فصل ۳ - سینتیک واکنش‌های آنزیمی خاک

۱۰۹	۱-۳ مقدمه
۱۱۱	۲-۳ سینتیک‌های میکائلیس-منتن
۱۱۳	۳-۳ تعیین ثابت‌های سینتیک V_{max} و K_m
۱۱۵	۴-۳ توضیحی پیرامون سینتیک‌های میکائلیس-منتن
۱۱۶	۵-۳ بازدارندگی رقابتی و غیررقابتی ساده آنزیم‌ها و سینتیک‌های آنزیمی
۱۲۱	۶-۳ مدل‌های سینتیکی بازدارندگی رقابتی و غیررقابتی جزئی
۱۲۴	۷-۳ کاربرد مدل‌های سینتیکی
۱۲۶	۸-۳ خلاصه
۱۲۶	منابع

فصل ۴ - سنجش یک واکنش آنزیمی در خاک

۱۲۷	۱-۴ مقدمه
۱۲۸	۲-۴ عوامل مؤثر در یک آزمایش معتبر آنزیمی خاک
۱۳۰	۱-۲-۴ اندازه‌گیری از طریق پیدایش محصول یا ناپدید شدن بستره
۱۳۱	۲-۲-۴ کارایی عصاره‌گیری
۱۳۳	۳-۲-۴ استفاده از خاک هوا خشک یا تازه
۱۳۴	۴-۲-۴ pH بافر
۱۳۶	۵-۲-۴ غلظت بستره
۱۳۶	۶-۲-۴ مقدار خاک
۱۳۸	۷-۲-۴ زمان گرماگذاری
۱۳۹	۸-۲-۴ دما
۱۴۰	۹-۲-۴ تأثیر هم‌زدن در سنجش‌های آنزیمی
۱۴۱	۱۰-۲-۴ موازنه واکنش
۱۴۲	۱۱-۲-۴ انتخاب یک روش تجزیه‌ای مناسب
۱۴۲	۱۲-۲-۴ ذخیره‌سازی یا پیش تیمار خاک قبل از سنجش
۱۴۳	۱۳-۲-۴ نیاز به کوفاکتور در سنجش آنزیمی
۱۴۴	۱۴-۲-۴ کاربرد یک شاهد مناسب
۱۴۵	۳-۴ خلاصه
۱۴۶	منابع

فصل ۵ - نمونه‌برداری و پیش تیمار خاک قبل از انجام آزمایش‌های آنزیمی

۱۴۷	۱-۵ مقدمه
۱۴۸	۲-۵ راهکارها و ملاحظات جمع‌آوری نمونه‌های خاک
۱۴۸	۳-۵ خطاهای انتخاب، تجزیه و نمونه‌برداری

۱۴۸	۲-۲-۵ زمان نمونه برداری
۱۵۰	۲-۲-۵ نمونه گیری مقدماتی از ویژگی های خاک
۱۵۱	۳-۵ دستورالعمل نمونه برداری
۱۵۱	۱-۳-۵ انتخاب نقاط نمونه برداری
۱۵۵	۲-۳-۵ اندازه و تعداد نمونه
۱۵۶	۳-۳-۵ عمق نمونه برداری
۱۵۷	۴-۳-۵ جمع آوری خاک غیر ریزوسفری و ریزوسفری
۱۵۸	۵-۳-۵ نمونه برداری براساس حجم یا چگالی ظاهری
۱۵۸	۴-۵ حمل و پیش تیمار نمونه
۱۵۸	۱-۴-۵ انتقال نمونه از زمین (مزرعه) به آزمایشگاه
۱۵۹	۲-۴-۵ دانه بندی فیزیکی خاک
۱۶۱	۳-۴-۵ الک کردن خاک
۱۶۲	۴-۴-۵ نگهداری خاک
۱۶۲	۱-۴-۴-۵ هوا خشک کردن
۱۶۴	۲-۴-۴-۵ نگهداری در سرما
۱۶۸	منابع

فصل ۶ - اکسیدوداکتازهای خاک و هیدرولیز کننده های FDA..... ۱۷۱

۱۷۱	۱-۶ مقدمه
۱۷۲	۲-۶ دهیدروژنازها
۱۷۲	۱-۲-۶ مقدمه
۱۷۳	۲-۲-۶ اصول
۱۷۴	۲-۲-۶ روش آزمایش
۱۷۴	۱-۳-۲-۶ لوازم مورد نیاز
۱۷۵	۲-۳-۲-۶ مواد مورد نیاز
۱۷۶	۳-۳-۲-۶ روش کار
۱۷۶	۴-۳-۲-۶ محاسبات
۱۷۶	۴-۲-۶ توضیحات
۱۷۸	۲-۶ هیدرولیز فلورسین دی استات
۱۷۸	۱-۳-۶ مقدمه
۱۷۹	۲-۳-۶ اصول
۱۸۰	۳-۳-۶ روش آزمایش
۱۸۰	۱-۳-۳-۶ لوازم مورد نیاز
۱۸۰	۲-۳-۳-۶ مواد مورد نیاز
۱۸۱	۳-۳-۳-۶ روش کار
۱۸۱	۴-۳-۳-۶ محاسبات
۱۸۲	۴-۲-۶ توضیحات
۱۸۳	۴-۶ فنل اکسیداز (تیروزیناز)

۱۸۳	۱-۴-۶ مقدمه
۱۸۳	۲-۴-۶ اصول
۱۸۴	۳-۴-۶ روش کار
۱۸۴	۱-۳-۴-۶ لوازم مورد نیاز
۱۸۴	۲-۳-۴-۶ مواد مورد نیاز
۱۸۵	۳-۳-۴-۶ روش کار
۱۸۵	۴-۳-۴-۶ محاسبات
۱۸۶	۴-۴-۶ توضیحات
۱۸۷	۵-۶ پراکسیداز
۱۸۷	۱-۵-۶ مقدمه
۱۸۸	۲-۵-۶ اصول
۱۸۸	۳-۵-۶ روش آزمایش
۱۸۸	۱-۳-۵-۶ لوازم مورد نیاز
۱۸۹	۲-۳-۵-۶ مواد مورد نیاز
۱۸۹	۳-۳-۵-۶ روش کار
۱۹۰	۴-۳-۵-۶ محاسبات
۱۹۰	۴-۵-۶ توضیحات
۱۹۱	۶-۶ کاتکول اکسیداز
۱۹۱	۱-۶-۶ مقدمه
۱۹۱	۲-۶-۶ اصول
۱۹۲	۳-۶-۶ روش آزمایش
۱۹۲	۱-۳-۶-۶ لوازم مورد نیاز
۱۹۲	۲-۳-۶-۶ مواد مورد نیاز
۱۹۲	۳-۳-۶-۶ روش آزمایش
۱۹۳	۴-۳-۶-۶ محاسبات
۱۹۳	۴-۶-۶ توضیحات
۱۹۴	۷-۶ کاتالاز
۱۹۴	۱-۷-۶ مقدمه
۱۹۵	۲-۷-۶ اصول
۱۹۵	۳-۷-۶ روش آزمایش
۱۹۵	۱-۳-۷-۶ لوازم مورد نیاز
۱۹۶	۲-۳-۷-۶ مواد مورد نیاز
۱۹۷	۳-۳-۷-۶ روش کار
۱۹۸	۴-۳-۷-۶ محاسبات
۱۹۸	۴-۷-۶ توضیحات
۲۰۰	منابع

۲۰۵	فصل ۷ - آنزیم‌های چرخه گوگرد
۲۰۵	۱-۷ مقدمه
۲۱۰	۲-۷ سیستم‌های نیاز
۲۱۰	۱-۲-۷ مقدمه
۲۱۰	۲-۲-۷ اصول
۲۱۱	۳-۲-۷ روش آزمایش
۲۱۱	۱-۲-۲-۷ لوازم مورد نیاز
۲۱۲	۲-۲-۲-۷ مواد مورد نیاز
۲۱۳	۳-۲-۲-۷ روش کار
۲۱۴	۴-۲-۷ توضیحات
۲۱۵	۳-۲-۷ آریل سولفاتاز
۲۱۵	۱-۳-۷ مقدمه
۲۱۸	۲-۳-۷ اصول
۲۱۸	۳-۳-۷ روش آزمایش
۲۱۸	۱-۳-۳-۷ لوازم مورد نیاز
۲۱۹	۲-۳-۳-۷ مواد مورد نیاز
۲۱۹	۳-۳-۳-۷ روش کار
۲۲۰	۴-۳-۷ توضیحات
۲۲۲	۴-۲-۷ رودانز
۲۲۲	۱-۴-۷ مقدمه
۲۲۴	۲-۴-۷ اصول
۲۲۵	۳-۴-۷ روش آزمایش
۲۲۵	۱-۳-۴-۷ لوازم مورد نیاز
۲۲۵	۲-۳-۴-۷ مواد مورد نیاز
۲۲۶	۳-۳-۴-۷ روش کار
۲۲۷	۴-۴-۷ توضیحات
۲۲۷	۵-۲-۷ اکسیداسیون گوگرد
۲۲۷	۱-۵-۷ مقدمه
۲۳۲	۲-۵-۷ اصول
۲۳۲	۳-۵-۷ روش آزمایش
۲۳۲	۱-۳-۵-۷ لوازم مورد نیاز
۲۳۳	۲-۳-۵-۷ مواد مورد نیاز
۲۳۳	۳-۳-۵-۷ روش کار
۲۳۴	۴-۵-۷ توضیحات
۲۳۵	۶-۲-۷ احیای سولفات
۲۳۵	۱-۶-۷ مقدمه
۲۳۸	۲-۶-۷ اصول
۲۳۹	۳-۶-۷ روش آزمایش

۲۳۹	۷-۶-۳-۱ لوازم مورد نیاز
۲۳۹	۷-۶-۳-۲ مواد مورد نیاز
۲۴۱	۷-۶-۳-۳ روش کار
۲۴۲	۷-۶-۴ توضیحات
۲۴۳	۷-۷ اصلاح فعالیت آنزیمی بر مبنای p -نیتروفنل برای خاک‌های آلی یا افق‌های آلی جنگلی
۲۴۳	۷-۷-۱ مقدمه
۲۴۳	۷-۷-۲ اصول
۲۴۴	۷-۷-۳ روش آزمایش
۲۴۴	۷-۷-۳-۱ لوازم مورد نیاز
۲۴۴	۷-۷-۳-۲ مواد مورد نیاز
۲۴۵	۷-۷-۳-۳ روش کار
۲۴۶	منابع

فصل ۸ - آنزیم‌های چرخه‌ی فسفر..... ۲۵۳

۲۵۳	۸-۱ مقدمه
۲۵۶	۸-۲ فسفومونواسترازها
۲۵۶	۸-۲-۱ مقدمه
۲۵۹	۸-۲-۲ اصول
۲۶۰	۸-۲-۳ روش کار
۲۶۰	۸-۲-۳-۱ لوازم مورد نیاز
۲۶۰	۸-۲-۳-۲ مواد مورد نیاز
۲۶۱	۸-۲-۳-۳ روش کار
۲۶۲	۸-۲-۴ متحنی واسنجی محلول استاندارد p -نیتروفنل
۲۶۲	۸-۲-۴ توضیحات
۲۶۴	۸-۳ فسفودی‌استراز
۲۶۴	۸-۳-۱ مقدمه
۲۶۵	۸-۳-۲ اصول
۲۶۶	۸-۳-۳ روش کار
۲۶۶	۸-۳-۳-۱ لوازم مورد نیاز
۲۶۶	۸-۳-۳-۲ مواد مورد نیاز
۲۶۶	۸-۳-۳-۳ روش کار
۲۶۷	۸-۳-۴ توضیحات
۲۶۸	۸-۴ پیروفسفاتاز معدنی
۲۶۸	۸-۴-۱ مقدمه
۲۶۹	۸-۴-۲ اصول
۲۷۰	۸-۴-۳ روش آزمایش
۲۷۰	۸-۴-۳-۱ لوازم مورد نیاز
۲۷۰	۸-۴-۳-۲ مواد مورد نیاز

۲۷۱	۳-۳-۴-۸ روش کار
۲۷۲	۴-۳-۴-۸ منحنی واسنجی فسفات معدنی (Pi)
۲۷۳	۴-۴-۸ توضیحات
۲۷۳	۵-۸ تری متافسفاتاز
۲۷۳	۱-۵-۸ مقدمه
۲۷۴	۱۲-۵-۸ اصول
۲۷۵	۳-۵-۸ روش آزمایش
۲۷۵	۱-۳-۵-۸ لوازم مورد نیاز
۲۷۵	۲-۳-۵-۸ مواد مورد نیاز
۲۷۶	۳-۳-۵-۸ روش کار
۲۷۷	۴-۵-۸ توضیحات
۲۷۸	منابع

فصل ۹ - هیدرولازهای کربوهیدرات‌ها

۲۸۵	۱-۹ مقدمه
۲۸۶	۱-۱-۹ کربوهیدرات‌ها و مشتقات آن
۲۸۸	۲-۱-۹ هیدرولازهای کربوهیدرات‌ها
۲۸۹	۱-۲-۱-۹ آمیلاز
۲۹۱	۲-۲-۱-۹ سلولازها
۲۹۲	۳-۲-۱-۹ زایلانازها
۲۹۲	۴-۲-۱-۹ کیتینازها
۲۹۳	۳-۱-۹ شناسایی و تعیین مقدار هیدرولازهای کربوهیدرات در خاک
۲۹۵	۴-۱-۹ شناسایی و تعیین مقدار کمی قندهای کاهشی در خاک
۲۹۵	۲-۹ گلیکوزیدازهایی که مونوساکارید رها می‌کنند (α- و β- گلوکزیداز، α- و β- گالاکتوزیداز و N- استیل-β- گلوکز آمیناز)
۲۹۸	۱-۲-۹ مقدمه
۲۹۹	۲-۲-۹ اصول
۳۰۱	۳-۲-۹ روش آزمایش
۳۰۱	۱-۳-۲-۹ D-β- گلوکزیداز
۳۰۱	۱-۱-۳-۲-۹ لوازم مورد نیاز
۳۰۱	۲-۱-۳-۲-۹ مواد مورد نیاز
۳۰۲	۳-۱-۳-۲-۹ روش کار
۳۰۳	۴-۱-۳-۲-۹ توضیحات
۳۰۳	۲-۲-۲-۹ سایر آنزیم‌ها (α- گلوکزیداز، α- و β- گالاکتوزیداز و N- استیل-β- گلوکز آمینیداز)
۳۰۳	۳-۹ آمیلاز، سلولاز، زایلاناز، کیتیناز و ایتورتاز
۳۰۳	۱-۳-۹ مقدمه
۳۰۴	۲-۳-۹ اصول
۳۰۴	۱-۲-۳-۹ گلوکز

۳۰۶	۳-۲-۳-۹ قندهای کاهشی
۳۰۷	۱-۳-۲-۳-۹ روش سوموژی- نلسون
۳۰۷	۲-۳-۲-۳-۹ روش آبی پروس
۳۰۸	۳-۳-۲-۹ روش آزمایش
۳۰۸	۱-۳-۳-۹ گرماگذاری خاک با بستره مربوطه
۳۰۸	۱-۱-۳-۳-۹ لوازم مورد نیاز
۳۰۸	۲-۱-۳-۳-۹ مواد مورد نیاز
۳۰۹	۳-۱-۳-۳-۹ روش کار
۳۰۹	۲-۳-۳-۹ اندازه‌گیری میزان گلوکز در عصاره خاک
۳۰۹	۱-۲-۳-۳-۹ لوازم مورد نیاز
۳۰۹	۲-۲-۳-۳-۹ مواد مورد نیاز
۳۱۰	۳-۲-۳-۳-۹ روش کار
۳۱۰	۴-۲-۳-۳-۹ توضیحات
۳۱۱	۳-۳-۳-۹ تعیین مقدار N- استیل-β- گلوکزآمین در عصاره خاک
۳۱۱	۱-۳-۳-۳-۹ لوازم مورد نیاز
۳۱۱	۲-۳-۳-۳-۹ مواد مورد نیاز
۳۱۲	۳-۳-۳-۳-۹ روش کار
۳۱۳	۴-۳-۳-۳-۹ توضیحات
۳۱۴	۴-۳-۳-۹ تعیین مقدار قندهای کاهشی در عصاره‌های خاک با روش سوموژی- نلسون
۳۱۴	۱-۴-۳-۳-۹ لوازم مورد نیاز
۳۱۴	۲-۴-۳-۳-۹ مواد مورد نیاز
۳۱۵	۳-۴-۳-۳-۹ روش کار
۳۱۶	۵-۳-۳-۹ تعیین مقدار قندهای کاهشی در عصاره‌های خاک با روش آبی پروس
۳۱۶	۱-۵-۳-۳-۹ لوازم مورد نیاز
۳۱۶	۲-۵-۳-۳-۹ مواد مورد نیاز
۳۱۶	۳-۵-۳-۳-۹ روش کار
۳۱۷	۴-۵-۳-۳-۹ توضیحات
۳۱۷	منابع

فصل ۱۰ - آنزیم‌های چرخه نیتروژن ۳۲۱

۳۲۱	۱-۱۰ مقدمه
۳۲۳	۲-۱۰ آمیدو هیدرولازها (اوره‌از، L- آسپاراژیناز، L- گلوتامیناز و آمیداز)
۳۲۳	۱-۲-۱۰ اوره‌از
۳۲۳	۱-۱-۲-۱۰ مقدمه
۳۲۶	۲-۱-۲-۱۰ اصول
۳۲۷	۳-۱-۲-۱۰ آزمایش اوره‌از به وسیله روش اندازه‌گیری رنگ‌سنجی آمونیوم
۳۲۷	۱-۳-۱-۲-۱۰ لوازم مورد نیاز
۳۲۷	۲-۳-۱-۲-۱۰ مواد مورد نیاز

۳۲۸	 روش کار ۳-۳-۱-۲-۱۰
۳۲۹	 توضیحات ۴-۳-۱-۲-۱۰
۳۳۰	 اندازه‌گیری اوره‌آز توسط تعیین آمونیوم با استفاده از روش تقطیر بخار ۴-۱-۲-۱۰
۳۳۰	 لوازم مورد نیاز ۱-۴-۱-۲-۱۰
۳۳۱	 مواد مورد نیاز ۲-۴-۱-۲-۱۰
۳۳۲	 روش کار ۳-۴-۱-۲-۱۰
۳۳۳	 توضیحات ۴-۴-۱-۲-۱۰
۳۳۶	 اندازه‌گیری اوره‌آز با روش تعیین اوره باقی‌مانده ۵-۱-۲-۱۰
۳۳۶	 لوازم مورد نیاز ۱-۵-۱-۲-۱۰
۳۳۶	 مواد مورد نیاز ۲-۵-۱-۲-۱۰
۳۳۷	 روش کار ۳-۵-۱-۲-۱۰
۳۳۸	 توضیحات ۴-۵-۱-۲-۱۰
۳۳۸	 آسپارازیناز و L-گلوتامیناز ۲-۲-۱۰
۳۳۸	 مقدمه ۱-۲-۲-۱۰
۳۴۰	 اصول ۲-۲-۲-۱۰
۳۴۰	 لوازم مورد نیاز ویژه ۱-۳-۲-۲-۱۰
۳۴۰	 مواد مورد نیاز ۲-۳-۲-۲-۱۰
۳۴۱	 روش کار ۳-۳-۲-۲-۱۰
۳۴۱	 توضیحات ۴-۳-۲-۲-۱۰
۳۴۲	 آمیداز ۳-۲-۱۰
۳۴۲	 مقدمه ۱-۳-۲-۱۰
۳۴۲	 اصول ۲-۳-۲-۱۰
۳۴۳	 روش‌های آزمایش ۳-۳-۲-۱۰
۳۴۳	 لوازم مورد نیاز ۱-۳-۳-۲-۱۰
۳۴۳	 مواد مورد نیاز ۲-۳-۳-۲-۱۰
۳۴۳	 روش کار ۳-۳-۳-۲-۱۰
۳۴۴	 توضیحات ۴-۳-۳-۲-۱۰
۳۴۴	 اکسیداسیون آمونیوم ۳-۱۰
۳۴۴	 مقدمه ۱-۳-۱۰
۳۴۶	 اصول ۲-۳-۱۰
۳۴۷	 روش‌های آزمایش ۳-۳-۱۰
۳۴۷	 لوازم مورد نیاز ۱-۳-۳-۱۰
۳۴۷	 مواد مورد نیاز ۲-۳-۳-۱۰
۳۴۸	 روش کار ۳-۳-۳-۱۰
۳۴۸	 توضیحات ۴-۳-۳-۱۰
۳۴۹	 فعالیت آنزیمی دنتریفیکاسیون و نیترات‌رداکتاز ۴-۱۰
۳۴۹	 مقدمه ۱-۴-۱۰
۳۵۱	 اصول ۲-۴-۱۰