

کشت سلول، بافت و اندام گیاهی

(جلد اول)

اصول و مبانی

www.ketab.ir

عنوان و نام پدید آور : کشت سلول، بافت و اندام گیاهی / مولفان داوود صمصام‌پور ... [و دیگران].

مشخصات نشر : تهران: دانشگاه هرمزگان، انتشارات، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری : ج۳: مصور، جدول، نمودار.

شابک : دوره 5-62-7279-600-978 :

ج۱: 2-63-7279-600-978 ؛ ج۲: 9-64-7279-600-978 ؛ ج۳: 6-65-7279-600-978

وضعیت فهرست نویسی : فپا

یادداشت : مولفان داوود صمصام‌پور، آرش مختاری، مرتضی ابراهیمی، مزده شفانی.

یادداشت : کتابنامه

موضوع : ج۱: اصول و مبانی- ج۲: اصول عملیاتی- ج۳: تکنیکها و کاربردها

موضوع : گیاهان -- باخته‌ها و بافت‌ها

موضوع : Plant cells and tissues :

موضوع : گیاهان -- کشت بافت‌ها

موضوع : Plant tissue culture :

موضوع : گیاهان -- کشت باخته‌ها

موضوع : Plant cell culture :

شناسه افزوده : صمصام‌پور، داوود. ۱۳۴۴-

شناسه افزوده : دانشگاه هرمزگان. انتشارات

رده‌بندی کنگره : ۱۳۹۷ / ک۵ / ۷۳۵ : ج۳

رده‌بندی دیویی : ۵۸۱/۰۷۲۴ :

شماره کتابشناسی ملی : ۵۴۷۸۴ :

نام کتاب: کشت سلول بافت و اندام گیاهی (جلد اول) اصول و مبانی

مولف: داوود صمصام‌پور، آرش مختاری، مرتضی ابراهیمی، مزده شفانی

ناشر: دانشگاه هرمزگان

چاپ و صحافی: مارال

نوبت چاپ: اول / ۱۳۹۸

تیراژ: ۵۰۰ نسخه

قیمت (به همراه CD): ۴۳۰۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-7279-63-2

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۲۷۹-۶۳-۲

فروش اینترنتی در تارنمای دانشگاه هرمزگان (مرکز نشر)

WWW.hormozgan.ac.ir

تلفن: ۶۹۰۷۷۱۴ (۰۲۱)

از زمان پیشنهاد جدید پدر کشت بافت گیاهی؛ گوتلیب هابرلنت، مبنی بر کشت سلول‌های منفرد و پیش‌بینی وی راجع به امکان کشت موفق جنین از سلول‌های رویشی، علوم گیاهی از پرتو تفکر او بهره‌مند شده است. کشت بافت گیاهی، شاخه‌ای از علوم گیاهی است که بر پایه توتی‌پوتنسی سلول‌های گیاهی استوار است. توتی‌پوتنسی یک خصوصیت منحصر به فرد بوده که امروزه به‌وفور در خصوص جامعه بشری نیز بکار رفته است.

تقریباً کلیه دانشگاه‌های جامع و صنعتی در کشور ما، رشته‌های گیاه‌شناسی، بیوتکنولوژی، ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی را ارائه داده و کشت بافت گیاهی را نیز در برنامه آموزشی خود گنجانده‌اند. امروزه، کشت بافت گیاهی یکی از نویدبخش‌ترین شاخه‌های علوم گیاهی است و جایگاه خاصی در حوزه اصلاح نباتات، تکثیر انبوه گیاه، بیوتکنولوژی گیاهی دارد.

این کتاب داری سه جلد بوده که به‌طور کلی در جلد اول از اصول و مبانی کشت بافت، در جلد دوم از اصول عملیاتی و در جلد دیگر از تکنیک‌ها و کاربردهای کشت درون شیشه مطالب مکفی ارائه شده است. در ارائه مطالب این کتاب، سعی بر این بود تا موارد مفید و موردنیاز دانشجویان کارشناسی و مقاطع بالاتر مهیا گردد. در این جلد، اطلاعات کامل راجع به مبانی کشت بافت گیاهی اعم از روش‌های ریزازدیادی، آناتومی و مورفولوژی گیاهان درون شیشه، تأثیر عوامل زیستی و غیر زیستی بر رشد و نمو گیاه درون شیشه، برخی ناهنجاری‌ها و مشکلات رایج در کشت بافت گیاهی و در انتها نیز اطلاعاتی در خصوص کاربرد بیوراکتورها در کشت بافت مطرح شده است.

تصاویر مورد استفاده در طراحی جلد اول از شرکت زیست فناوری طریقه‌پژگان در اختیار نویسندگان قرار گرفته است.

از آنجائی که هیچ اثری بدون نقص نمی‌باشد، از همکاران و دانشجویان گرامی انتظار داریم کمی‌ها و کاستی‌های علمی، محتوایی، فنی و چاپی این مجموعه را بر ما پوشیده نگذارند تا در آینده نسبت به رفع نواقص آن اقدام شود.

در پایان برخود فرض می‌دانیم از معاون محترم پژوهشی دانشگاه هرمزگان جناب آقای دکتر حسین زینلی‌پور، مدیر محترم انتشارات دانشگاه، جناب آقای دکتر پیمان رضایی و کارکنان محترم انتشارات جناب آقای مجید میرزاده، و سرکار خانم طاهره سمیعی منفرد به جهت فراهم آوردن زمینه چاپ این کتاب کمال تشکر و قدردانی

را نمائیم و همچنین از تمام کسانی که نام آنها ذکر نشده است و در این راه ما را یاری نمودند، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

فصل ۱	پیشینه کشت سلول و بافت گیاهی	۱
۱-۱	مقدمه	۱
۱-۱-۱	کشت سلول و بافت گیاهی؛ دوران ابتدایی	۲
۱-۱-۲	دوره توسعه تکنیک‌ها	۳
۱-۱-۳	پیشرفت‌های اخیر	۷
۱-۱-۴	دوره حاضر	۱۲
۱-۲	رویدادهای مهم	۱۴
۱-۳	منابع	۱۶
فصل ۲	مقدمه‌ای بر آناتومی و نهادانگان	۲۵
۲-۱	مقدمه	۲۵
۲-۲	انواع سلول	۲۶
۲-۲-۱	سلول‌های مریستمی	۲۶
۲-۲-۲	سلول‌های بارانشیم	۲۶
۲-۲-۳	سلول‌های کلانشیم	۲۷
۲-۲-۴	سلول‌های اسکلاتانشیم	۲۷
۲-۳	ترکیب داخلی سلول	۲۷
۲-۳-۱	ریشه	۲۸
۲-۳-۲	ساقه	۳۰
۲-۳-۳	برگ	۳۱
۲-۳-۴	گل‌ها	۳۴
۲-۴	منابع	۳۷
فصل ۳	مقدمه‌ای بر کشت سلول و بافت گیاهی	۳۹
۳-۱	مقدمه	۳۹
۳-۱-۱	رشد سازمان‌یافته	۳۹
۳-۱-۲	رشد سازمان‌نیافته	۴۰
۳-۱-۳	کشت ساختارهای سازمان‌یافته	۴۰
۳-۱-۴	کشت بافت‌های سازمان‌نیافته	۴۱
۳-۱-۵	استفاده از کشت بافت برای ازدیاد گیاه	۴۱
۳-۱-۶	عوامل مؤثر در فرآیند کشت بافت	۴۲

۴۶	۷-۱-۳ الگوهای رشد و تمایز
۴۶	۸-۱-۳ پارامترهای ارزیابی رشد در کشت های درون شیشه
۴۹	۹-۱-۳ واکنش
۵۰	۲-۲ انواع کشت بافت
۵۰	۱-۲-۳ کشت اندام
۵۵	۲-۲-۳ کشت سلول های سازمان نیافته
۷۵	۳-۲ ماهیت و القاء ریخت زایی
۷۵	۱-۳-۳ کشت گرده و بساک
۷۷	منابع
۷۹	فصل ۴ ریزازدیادی؛ روش ها و کاربردها
۷۹	۱-۴ مقدمه
۸۱	۲-۴ تکثیر درون شیشه
۸۳	۳-۴ مراحل تکثیر درون شیشه
۸۹	۴-۴ روش های تکثیر درون شیشه (ریزازدیاد)
۹۰	۱-۴-۴ تکثیر گیاهان از طریق جوانه ها یا شاخه ها، انبساطی
۹۴	۲-۴-۴ تکثیر از طریق اندام زایی مستقیم
۹۸	۳-۴-۴ تکثیر از طریق اندام زایی غیر مستقیم
۱۰۳	۵-۴ تشکیل اندام ذخیره ای
۱۰۳	۱-۵-۴ تولید پیاز و پدازه
۱۰۴	۶-۴ ریزپیوندی
۱۰۵	منابع
۱۰۷	فصل ۵ جنین زایی سوماتیکی
۱۰۷	۱-۵ مقدمه
۱۰۸	۲-۵ عوامل مؤثر بر جنین زایی سوماتیکی
۱۰۹	۱-۲-۵ ریزنمونه
۱۱۰	۲-۲-۵ زئوتیپ
۱۱۱	۳-۲-۵ تنظیم کننده های رشد
۱۱۲	۴-۲-۵ واکنش انتخابی
۱۱۲	۵-۲-۵ تحریک الکتریکی

۱۱۳	۵-۲-۶ عوامل دیگر.....
۱۱۳	۵-۳-۳ القاء و نمو.....
۱۱۴	۵-۳-۱ القاء.....
۱۱۵	۵-۳-۲ نمو جنین سوماتیکی.....
۱۱۶	۵-۳-۳ جنین‌های سوماتیکی از کشت‌های تک سلولی.....
۱۱۶	۵-۴ همزمانی در نمو جنین‌های سوماتیکی.....
۱۱۷	۵-۵ جنبه‌های فیزیولوژی و بیوشیمی جنین‌زایی سوماتیکی.....
۱۱۷	۵-۶ جنین‌زایی سوماتیکی از دیدگاه مولکولی.....
۱۱۸	۵-۶-۱ ژن‌های کنتراکننده قابلیت جنین‌زایی.....
۱۲۰	۵-۷ بلوغ و تبدیل جنین‌های سوماتیکی.....
۱۲۱	۵-۸ مقایسه جنین سوماتیکی با جنین زیگوتی.....
۱۲۱	۵-۹ تولید انبوه جنین‌های سوماتیک.....
۱۲۴	۵-۱۰ کاربرد جنین‌زایی سوماتیکی.....
۱۲۵	۵-۱۰-۱ بذرها و مصنوعات.....
۱۲۷	منابع.....
۱۲۹	فصل ۶ باززایی نابجا.....
۱۲۹	۶-۱ مقدمه.....
۱۳۰	۶-۱-۱ توانش و تعیین.....
۱۳۱	۶-۱-۲ باززایی و تمایز سلولی.....
۱۳۲	۶-۱-۳ اهمیت حرکت به سمت باززایی از منظر اپی‌ژنتیکی.....
۱۳۴	۶-۲ ایجاد زخم.....
۱۳۵	۶-۳ القاء مرحله تعیین.....
۱۳۵	۶-۳-۱ توانش سلولی.....
۱۳۶	۶-۳-۲ تعیین سلول.....
۱۳۷	۶-۴ باززایی مستقیم.....
۱۳۷	۶-۴-۱ منشأ جوانه‌های نابجا.....
۱۳۹	۶-۵ باززایی غیر مستقیم.....
۱۳۹	۶-۵-۱ تشکیل ریشه و شاخه مجزا.....
۱۴۰	۶-۵-۲ جنین‌زایی سوماتیکی.....

۱۴۶	۶-۶ اثر ژنوتیپ بر باززایی
۱۴۷	۶-۶-۱ اثرات اصلی ژنوتیپ بر باززایی
۱۴۸	۶-۶-۲ باززایی مستقیم
۱۴۹	۶-۶-۳ باززایی غیر مستقیم
۱۴۹	۶-۷ کنترل ژنتیکی رشد و باززایی
۱۵۰	۶-۸ اثرات ریزنمونه بر باززایی
۱۵۰	۶-۸-۱ اثر سن ریزنمونه بر باززایی
۱۵۳	۶-۸-۲ اثر درجه تمایز ریزنمونه بر باززایی
۱۵۸	۶-۸-۳ اثر ماهیت ریزنمونه بر باززایی
۱۶۰	۶-۸-۴ اثر اندازه ریزنمونه بر باززایی
۱۶۱	۶-۸-۵ اثر متقابل ماده مغذی و ریزنمونه بر باززایی
۱۶۲	۶-۸-۶ اثرات قطبیت ریزنمونه بر باززایی
۱۶۴	۶-۸-۷ اثر متقابل تنظیم کننده های رشد و ماهیت ریزنمونه
۱۶۷	۶-۹ اثر تراکم تلقیح بر باززایی
۱۶۷	۶-۱۰ اثر عوامل اصلاح کننده (تقویت کننده) بر باززایی
۱۶۸	۶-۱۱ اثر رقابت بین مریستم ها بر باززایی
۱۶۸	۶-۱۲ کنترل نمو
۱۷۰	منابع
۱۷۱	فصل ۷ جنبه های مولکولی اندام زایی شاخه در شرایط درون شیشه
۱۷۱	۷-۱ مقدمه
۱۷۲	۷-۲ جنبه های مولکولی رشد و نمو مریستم شاخه در شرایط درون شیشه
۱۷۵	۷-۳ جنبه های مولکولی تقسیم سلول گیاهی
۱۷۵	۷-۳-۱ کینازهای وابسته به سیکلین
۱۷۶	۷-۳-۲ سیکلین ها
۱۷۷	۷-۴ جنبه های مولکولی سیتوکینین ها: ارتباط آن ها با تقسیم سلولی و نمو مریستم های شاخه
۱۷۷	۷-۴-۱ انتقال سیگنال سیتوکینین
۱۷۹	۷-۴-۲ سیتوکینین و تقسیم سلولی
۱۷۹	۷-۴-۳ سیتوکینین و نمو مریستم شاخه
۱۸۰	۷-۵ جنبه های مولکولی نمو مریستم های شاخه در محیط درون شیشه

۱۸۳	منابع
۱۸۷	فصل ۸ آناتومی و مورفولوژی گیاهان درون شیشه
۱۸۷	۱-۸ مقدمه
۱۸۸	۲-۸ نمو ریشه در شرایط درون شیشه
۱۸۸	۱-۲-۸ مرحله آناتومی در نمو ریشه
۱۹۰	۲-۲-۸ آناتومی بخش مشترک ریشه و اندام هوایی
۱۹۰	۳-۸ نمو و ساختار برگ
۱۹۱	۱-۳-۸ ساختار مزوفیل برگ
۱۹۲	۲-۳-۸ ساختار کوتیکول و اپیدرم برگ
۱۹۲	۳-۳-۸ ساختار رزنه برگ
۱۹۴	۴-۸ ناهنجاری‌های آناتومی و مورفولوژی گیاهان درون شیشه
۱۹۵	۱-۴-۸ تفاوت‌های مورفولوژی، رشد، ریشه و برگ درون شیشه و محیط خارج
۲۰۰	منابع
۲۰۵	فصل ۹ تأثیر فیزیولوژی گیاه والد بر رشد و تکثیر گیاه حاصل از کشت بافت
۲۰۵	۱-۹ مقدمه
۲۰۵	۲-۹ بیان اپی‌ژنتیک و فرآیند تعیین سلول‌ها
۲۰۷	۳-۹ فازهای رشد
۲۰۷	۱-۳-۹ تفاوت گیاهان جوان و بالغ
۲۰۹	۲-۳-۹ جوانی دوباره
۲۱۰	۳-۳-۹ بازگشت طبیعی
۲۱۱	۴-۳-۹ القا فاز جوانی
۲۱۱	۵-۳-۹ دماهای بالا
۲۱۲	۶-۳-۹ کنش متقابل فاز رشد و شرایط کشت بافت
۲۱۳	منابع
۲۱۵	فصل ۱۰ تأثیرات محیط فیزیکی در کشت بافت
۲۱۵	۱-۱۰ ترکیب محیط‌های کشت بافت
۲۱۶	۱-۱-۱۰ تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی
۲۱۶	۲-۱۰ پایداری (استحکام) محیط کشت
۲۱۶	۱-۲-۱۰ محیط‌های کشت نیمه جامد

۲۱۷	 محیط‌های کشت مایع	۲-۲-۱۰
۲۱۸	 اثرات تمایزی محیط کشت	۳-۲-۱۰
۲۱۹	 اثرات محیط کشت بر میزان تکثیر	۴-۲-۱۰
۲۱۹	 محیط‌های کشت دو فاز	۳-۱۰
۲۲۰	 محیط گازی	۴-۱۰
۲۲۰	 ۱-۴-۱۰ تنش اکسیژن و پتانسیل اکسیداسیون- احیاء	۱-۴-۱۰
۲۲۱	 محیط گازی درون ظروف کشت	۲-۴-۱۰
۲۲۱	 انتشار اکسیژن در محیط کشت	۳-۴-۱۰
۲۲۲	 نیاز به اکسیژن در کشت‌ها	۴-۴-۱۰
۲۲۳	 تهویه مطلوب در کشت بافت	۵-۴-۱۰
۲۲۴	 اثرات مفید کاس تنش اکسیژن	۶-۴-۱۰
۲۲۵	 اثر فیزیولوژیکی اکسیژن بر کشت بافت	۷-۴-۱۰
۲۲۷	 تأثیر دی‌اکسید کربن در کشت بافت	۸-۴-۱۰
۲۲۷	 تأثیر اندازه ظروف در کشت بافت	۹-۴-۱۰
۲۲۸	 ۵-۱۰ تأثیر محیط فیزیکی در کشت بافت	۵-۱۰
۲۲۸	 ۱-۵-۱۰ دما	۱-۵-۱۰
۲۳۰	 ۶-۱۰ تأثیر رطوبت اتاق رشد در کشت بافت	۶-۱۰
۲۳۱	 ۷-۱۰ تأثیر نور اتاق رشد در کشت بافت	۷-۱۰
۲۳۲	 ۱-۷-۱۰ نیاز گیاهان به نور	۱-۷-۱۰
۲۳۳	 ۲-۷-۱۰ جنبه‌های مؤثر نور در ریخت‌زایی درون شیشه	۲-۷-۱۰
۲۳۴	 ۳-۷-۱۰ سیستم‌های روشنایی در اتاق‌های رشد	۳-۷-۱۰
۲۳۶	 ۴-۷-۱۰ طول موج‌های مؤثر در کشت بافت	۴-۷-۱۰
۲۳۶	 ۵-۷-۱۰ تشکیل کلروفیل در حضور نور	۵-۷-۱۰
۲۳۷	 ۶-۷-۱۰ طول روز (فوتوپریود)	۶-۷-۱۰
۲۳۸	 ۷-۷-۱۰ تاریکی	۷-۷-۱۰
۲۴۰	 منابع	
۲۴۱	 فصل ۱۱ ناهنجاری‌های گیاهان درون شیشه	
۲۴۱	 ۱-۱۱ مقدمه	۱-۱۱
۲۴۴	 ۲-۱۱ نکروزگی نوک شاخه	۲-۱۱

۲۴۶	۳-۱۱ تشکیل کالوس در قاعده ریزنمونه
۲۴۷	۴-۱۱ تشکیل زود هنگام ریشه
۲۴۸	۵-۱۱ زوال کالوس های جنین زا و ناتوانی در تشکیل جنین
۲۴۹	منابع
۲۵۱	فصل ۱۲ آلودگی فنلی در شرایط درون شیشه
۲۵۱	۱-۱۲ مقدمه
۲۵۲	۲-۱۲ روش های کنترل آلودگی فنلی
۲۵۳	۱-۲-۱۲ تغییر محیط کشت
۲۵۴	۲-۲-۱۲ روش های تجزیه
۲۵۵	منابع
۲۵۷	فصل ۱۳ آلودگی های میکروبی در فواید های کشت بافت گیاهی
۲۵۷	۱-۱۳ مقدمه
۲۵۸	۲-۱۳ انواع میکروارگانیسم های آلوده کننده
۲۵۸	۱-۲-۱۳ قارچ ها
۲۶۰	۲-۲-۱۳ باکتری ها
۲۶۱	۳-۲-۱۳ مخمرها
۲۶۱	۴-۲-۱۳ ویروس ها
۲۶۱	۵-۲-۱۳ نماتدها
۲۶۲	۶-۲-۱۳ آفات
۲۶۳	۳-۱۳ منبع آلودگی ها
۲۶۳	۱-۳-۱۳ گیاه اولیه
۲۶۴	۲-۳-۱۳ مدیریت آلودگی در مرحله (I) ریزازدیادی
۲۷۰	۳-۳-۱۳ مدیریت آلودگی در مرحله (II) ریزازدیادی
۲۷۳	۴-۳-۱۳ محیط آزمایشگاه، کاربر
۲۷۶	۵-۳-۱۳ تکنیک های ضد عفونی نامناسب
۲۷۶	۴-۱۳ تأثیر آلودگی بر کشت بافت
۲۷۸	۵-۱۳ روش های ضد عفونی ابزار و امکانات
۲۸۵	۱-۵-۱۳ ضد عفونی فیزیکی
۲۸۸	۲-۵-۱۳ لامینارفلو

۲۹۲	۱۳-۵-۲ ضد عفونی شیمیایی
۲۹۸	۱۳-۵-۴ ضد عفونی فیزیکی شیمیایی
۲۹۸	۱۳-۶-۶ روش‌های ضد عفونی مواد گیاهی
۲۹۹	۱۳-۶-۱ روش معمول ضد عفونی نمونه‌های گیاهی
۳۰۰	۱۳-۶-۲ نحوه ضد عفونی سطحی بذرها
۳۰۱	۱۳-۶-۳ سایر روش‌های ضد عفونی نمونه‌های گیاهی
۳۰۲	منابع
۳۰۳	فصل ۱۴ کاربرد فناوری نانو در کشت بافت گیاهی
۳۰۳	۱۴-۱ مقدمه
۳۰۳	۱۴-۲ نقش ذرات نانو در کنترل آلودگی‌های محیط کشت
۳۰۶	۱۴-۳ رشد گیاه پس از تماس با ذرات نانو
۳۰۷	۱۴-۳-۱ مواد نانو مبتنی بر کربن
۳۰۸	۱۴-۳-۲ مواد نانو مبتنی بر فلزات و ۶ سیس فلزات
۳۱۱	منابع
۳۱۳	فصل ۱۵ جنبه‌های زیست مهندسی بیوراکتورها در تکثیر درون شیشه گیاهان
۳۱۳	۱۵-۱ مقدمه
۳۱۴	۱۵-۲ مزایای بیوراکتور برای تکثیر گیاه
۳۱۴	۱۵-۳ کشت در محیط جامد و محیط مایع
۳۱۵	۱۵-۴ انتقال از کشت متحرک به کشت بیوراکتور
۳۱۵	۱۵-۵ انواع بیوراکتور مورد استفاده تکثیر گیاه
۳۱۷	۱۵-۶ تهیه واحدهای تکثیر برای تلقیح در بیوراکتور
۳۱۸	۱۵-۷ مشخصات بیوراکتور مناسب برای تکثیر گیاه
۳۱۸	۱۵-۷-۱ اساس پیکربندی بیوراکتور
۳۱۹	۱۵-۷-۲ مشخصات تهویه و جریان محیط در بیوراکتور
۳۲۰	۱۵-۷-۳ مشخصات جریان محیط کشت در بیوراکتور
۳۲۰	۱۵-۷-۴ اختلاط محیط کشت در بیوراکتور
۳۲۰	۱۵-۷-۵ تأمین اکسیژن در بیوراکتور
۳۲۳	۱۵-۷-۶ تأمین و انتقال نور در بیوراکتور
۳۲۴	۱۵-۸ کنترل آلودگی در بیوراکتورها

۳۲۵	۹-۱۵ کشت بافت گیاهی در بیوراکتور
۳۲۶	منابع
۳۲۹	فصل ۱۶ نقش بیوراکتورها در تکثیر انبوه گیاهان
۳۲۹	۱-۱۶ مقدمه
۳۳۰	۲-۱۶ ریخت‌زایی و رشد در بیوراکتورها
۳۳۱	۳-۱۶ انواع بیوراکتورها در کشت بافت گیاهی
۳۳۵	۴-۱۶ نقش عوامل محیطی رشد در بیوراکتورها
۳۳۵	۱-۴-۱۶ اتمسفر گازی
۳۳۶	۲-۴-۱۶ ترکیب مواد غذایی معدنی در بیوراکتورها
۳۳۶	۳-۴-۱۶ کربوهیدرات‌ها در بیوراکتورها
۳۳۷	۴-۴-۱۶ کاربرد تنظیم‌کننده‌ها در رشد در بیوراکتورها
۳۳۷	۵-۴-۱۶ تنش‌های اکسیدنیو و رسی در بیوراکتورها
۳۴۰	منابع
۳۴۵	فصل ۱۷ انواع بیوراکتورها برای کشت ریشه‌های مو
۳۴۵	۱-۱۷ مقدمه
۳۴۶	۲-۱۷ مزایای کشت ریشه موئین
۳۴۷	۳-۱۷ القاء ریشه‌های موئین
۳۴۷	۴-۱۷ کشت انبوه ریشه‌های موئین
۳۴۸	۱-۴-۱۷ بیوراکتور با تانک همزن‌دار
۳۴۹	۲-۴-۱۷ بیوراکتورهای هودمده
۳۵۰	۳-۴-۱۷ بیوراکتور ستون حبابی
۳۵۰	۴-۴-۱۷ بیوراکتور مایع‌بانش
۳۵۱	۵-۱۷ بیوراکتورهای مناسب و معیارهای اصلی طراحی برای کشت‌های سوسپانسیون سلول گیاهی
۳۵۴	منابع