

اصول و کاربردهای کشت بافت گیاهی

دکتر سعید توحیدفر

دکتر رضوان اله اادات کازرونیان

صغری خجایی



۱۳۹۸



۷۳۱

مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی

اصول و کاربردهای کشت بافت گیاهی
دکتر مسعود توحیدفر، دکتر رضوان السادات کازرونیان، صغری خلیلی

حروفنگار و صفحه‌آرا: فریبا باباخانی

طراح جلد: امیرشاهرخ فریوسفی

ناظر چاپ: صفر ممیزاد

چاپ اول: ۱۳۹۸

شمارگان: ۵۰۰

قیمت: ۱,۰۰۰,۰۰۰ ریال

کتابه حق برای دانشگاه شهید بهشتی محفوظ است.

سرشناسه:	توحیدفر مسعود، ۱۳۴۶-
عنوان و نام پدیدآور:	اصول و کاربردهای کشت بافت گیاهی / مسعود توحیدفر، رضوان السادات کازرونیان، صغری خلیلی؛ ایراستار سمیه هاشمی.
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری:	بست، ۶۸۴ ص.
فروست:	مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی؛ ۷۳۱.
شابک:	۹۷۸ ۹۶۴ ۴۵۷ ۴۴۷ ۴
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا
یادداشت:	واژه‌نامه؛ کتابنامه؛ نمایه.
موضوع:	گیاهان - کشت بافت‌ها؛ Plant tissue culture
موضوع:	گیاهان - کشت بافت‌ها - دستنامه‌های آزمایشگاهی؛ Plant tissue culture
	Laboratory manuals
موضوع:	کازرونیان، رضوان السادات، ۱۳۴۲-؛ Kazerouni, Rezvanolsadat
موضوع:	خلیلی، صغری، ۱۳۴۵-؛ Khalili, Soghra
شناسه افزوده:	دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات
شناسه افزوده:	Shahid Beheshti University. Printing & Publishing Center
رده‌بندی کنگره:	۷۲۵QK
رده‌بندی دیویی:	۰۷۲۴/۵۸۱
شماره کتابشناسی ملی:	۵۹۳۲۶۰۵

کد ناشر ۱۰۰۱۷۳۴

www.pub.sbu.ac.ir

unipress@mail.sbu.ac.ir

فهرست

پیشگفتار نوزده

فصل ۱. معرفی آزمایشگاه و تجهیزات آزمایشگاهی کشت بافت گیاهی ۱

مقدمه ۱

۱. ۱. طراحی ساختار یک آزمایشگاه کشت بافت گیاهی ۶

۱. ۱. ۱. اتاق استور ۸

۱. ۱. ۲. اتاق محیط کشت ۱۱

۱. ۱. ۳. اتاق انتقال ۱۴

۱. ۱. ۴. اتاق رشد ۱۶

۱. ۱. ۵. انبارداری سرد ۱۸

۱. ۱. ۶. گلخانه ۱۸

۲. ۱. فناوری‌ها ۱۸

۱. ۲. ۱. شست‌وشوی ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی ۱۹

۱. ۲. ۲. سترون‌سازی ۱۹

الف) ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی ۲۰

ب) محیط کشت ۲۱

ج) ابزار ۲۴

د) ماده گیاهی و بافت‌ها ۲۶

ه) بخش انتقال و اتاق رشد ۲۷

فصل ۲. آماده‌سازی محیط کشت ۳۱

مقدمه ۳۱

۱. ۲. اجزای تشکیل‌دهنده محیط کشت ۳۳

۱. ۱. ۱. عناصر غذایی پر مصرف ۳۴

۱. ۲. ۱. عناصر غذایی کم مصرف ۳۹

۴۰	۲. ۱. ۳. ویتامین‌ها
۴۲	۲. ۱. ۴. منبع کربن و انرژی
۴۲	۲. ۱. ۵. مواد ژلای‌کننده محیط کشت و سیستم‌های حمایتی دیگر
۴۶	۲. ۱. ۶. مکمل‌های دیگر
۴۸	۲. ۱. ۷. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی
۴۸	الف) اکسین‌ها
۵۰	ب) سیتوکینین‌ها
۵۲	ج) جبرلین‌ها
۵۳	د) اسید آبسزیک
۵۳	ه) اتیلن
۵۴	۱. ۲. تغییرات غیر عمدی
۵۴	۲. ۳. آماده‌سازی سلول‌های ذخیره برای تهیه محیط کشت
۵۵	۲. ۲. ۱. خاص بدایی پرمصرف
۵۵	۲. ۳. ۲. عناصر غذایی کم‌حرف
۵۵	۲. ۳. ۳. ویتامین‌ها
۵۶	۲. ۳. ۴. آهن
۵۶	۲. ۳. ۵. تنظیم‌کننده‌های رسی
۵۷	۲. ۴. مراحل تهیه محیط کشت
۵۸	۲. ۴. ۱. به‌کارگیری محیط‌های کشت آماده
۵۹	۲. ۴. ۲. تنظیم اسیدینه محیط کشت
۶۱	فصل ۳. آنتی‌بیوتیک‌ها
۶۱	مقدمه
۶۴	۳. ۱. مکانیسم عمل آنتی‌بیوتیک‌های ضدباکتریایی
۶۵	۳. ۱. ۱. آسیب به غشای سیتوپلاسمی و بازداری از سنتز دیواره سلولی
۶۶	۳. ۱. ۲. بازداری از سنتز اسید نوکلئیک
۶۶	۳. ۱. ۳. جلوگیری از سنتز پروتئین
۶۸	۳. ۲. آنتی‌بیوتیک‌های آمینوگلیکوزیدی
۶۹	۳. ۲. ۱. مکانیسم عمل آنتی‌بیوتیک‌های آمینوگلیکوزید
۷۱	۳. ۲. ۲. برهم‌کنش آمینوگلیکوزیدها با غشای سیتوپلاسمی
۷۱	۳. ۲. ۳. تأثیر بر ریبوزوم‌ها
۷۳	۳. ۳. آنتی‌بیوتیک‌های مؤثر در برابر قارچ‌ها

۷۳	۱. ۳. ۳. نیستاتین
۷۳	۲. ۳. ۳. آمفوتریسین B
۷۴	۴. ۲. برهم کنش آنتی بیوتیک‌ها با کشت درون شیشه‌ای و روش‌های بازرایی
۷۴	۱. ۴. ۳. گونه، ژنوتیپ و نوع ریزنمونه
۷۵	۲. ۴. ۳. برهم کنش با ترکیبات محیط کشت
۷۶	۳. ۴. ۳. تأثیر مثبت آنتی بیوتیک‌ها در بافت‌های گیاه
۷۸	- جنتیسین
۷۹	- هیگرومایسین B
۷۹	۵. ۳. آنتی بیوتیک‌های β -لاکتام
۸۱	- نازید سیلین
۸۱	- گوناکسیم
۸۲	۶. ۳. شرایط نگهداری و تهیه آنتی بیوتیک‌ها
۸۷	فصل ۴. ریزازدیادی و تکثیر آن
۸۷	مقدمه
۸۹	۱. ۴. تکنیک‌های گوناگون ریزازدیادی
۸۹	۱. ۴. ۱. کشت جوانه‌های انتهایی و جداسازی
۹۳	۲. ۴. ۱. کشت مریستم
۹۴	۳. ۴. ۱. تشکیل شاخساره نابجا
۹۶	۴. ۴. ۱. جنین‌زایی سوماتیکی
۹۸	۲. ۴. تکنیک عمومی ریزازدیادی
۹۸	۱. ۲. ۴. مرحله مقدماتی (مرحله صفر)
۱۰۰	۲. ۲. ۴. استقرار کشت‌های سترون (مرحله یک)
۱۰۲	۳. ۲. ۴. تکثیر (پرآوری) (مرحله دو)
۱۰۴	۴. ۲. ۴. طولیل شدن شاخساره و ریشه‌زایی (مرحله سه)
۱۰۶	۵. ۲. ۴. انتقال گیاهان و سازگار کردن (مرحله چهار)
۱۱۰	۳. ۴. اثر ترکیب محیط کشت بر ریزازدیادی
۱۱۲	۴. ۴. برخی از مشکلات ریزازدیادی
۱۱۲	۱. ۴. ۴. شیشه‌ای شدن (هایپرهیدراسیون)
۱۱۴	۲. ۴. ۴. قهوه‌ای شدن اکسیداتیو
۱۱۵	۳. ۴. ۴. سخت پاسخ‌ده بودن برخی از گیاهان
۱۱۶	۴. ۴. ۴. تنوع سوماکلونال، تغییرات اپی ژنتیک و تولید گیاهان ناچور

۱۱۸	۵.۴.۴. کاهش قدرت رشد
۱۱۹	۵.۴. نتیجه گیری
۱۲۱	فصل ۵. توانمندی سلولی
۱۲۱	مقدمه
۱۲۴	۵. ۱. عوامل مؤثر در تمایز جوانه شاخساره
۱۲۵	۵. ۱. ۱. محیط کشت
۱۲۷	الف) اکسین
۱۲۷	ب) سیتوکینین
۱۳۰	ج) جیبرلین ها
۱۳۰	د) اتیلن
۱۳۱	هـ) سایر هورمون ها
۱۳۱	۵. ۱. ۲. شرایط فیزیکی
۱۳۴	۵. ۱. ۳. ریزش و نه
۱۳۵	- سن رشدی و سن اندام
۱۳۶	- تمایز بافت
۱۳۸	- تأثیر قطبیت
۱۴۶	۵. ۲. تحریک الکتریکی و فراصوتی سیرگی شاخساره
۱۴۷	۵. ۳. کشت لایه سلولی نازک (TCL)
۱۵۱	۵. ۴. روند رشدی شاخساره ها
۱۵۵	۵. ۵. القای تمایز اندام زایی
۱۵۵	۵. ۵. ۱. اندام زایی
۱۵۸	الف) تمایز زدایی
۱۵۹	ب) القا
۱۶۰	ج) تمایز یابی
۱۶۲	۵. ۶. نتیجه گیری
۱۶۳	فصل ۶. کشت های کالوس و تعلیق سلول
۱۶۳	مقدمه
۱۶۳	۶. ۱. کشت های کالوس
۱۶۷	۶. ۲. کشت های تعلیق
۱۶۹	۶. ۲. ۱. کشت بسته
۱۷۱	۶. ۲. ۲. کشت های پیوسته

۱۷۳	الف) کشت‌های پیوسته بسته
۱۷۳	ب) کشت‌های پیوسته باز
۱۷۴	۳.۲.۶ محیط کشت برای کشت‌های تعلیقی
۱۷۶	الف) شرطی کردن محیط کشت
۱۷۷	ب) هم‌زدن محیط کشت
۱۷۸	۳.۲.۶ کشت‌های تعلیقی سلولی هم‌زمان
۱۷۸	الف) روش‌های فیزیکی
۱۷۹	ب) روش‌های شیمیایی
۱۸۰	۳.۲.۶ اندازه‌گیری میزان رشد در کشت‌های تعلیقی
۱۸۱	۳.۲.۶ آزمون‌های ارزیابی قابلیت زنده‌مانی سلول‌های کشت‌شده
۱۸۲	۳.۶ کشت سلول در مقیاس وسیع
۱۸۴	۴.۶ کشت تک‌سلول (ساوا)ی منفرد
۱۸۴	۳.۶.۱ جد سازی تک‌سلول‌ها
۱۸۶	۳.۶.۲ کشت تک‌سلول
۱۸۶	الف) تکنیک پرسا، ناور و روی کاغذ صافی
۱۸۸	ب) تکنیک ریزمحفظه
۱۸۹	ج) تکنیک پخش (پلئینگ) سلول برگه‌ان
۱۹۱	۳.۴.۶ عوامل مؤثر در کشت تک‌سلول
۱۹۱	۵.۶ اهمیت و کاربردهای کشت‌های تعلیقی و تک‌سلول‌ها
۱۹۲	۶.۶ نتیجه‌گیری
۱۹۵	فصل ۷. جنین‌زایی سوماتیکی
۱۹۵	مقدمه
۲۰۰	۱.۷ عوامل مؤثر در جنین‌زایی سوماتیکی
۲۰۰	۱.۱.۷ ژنوتیپ
۲۰۰	۲.۱.۷ محیط کشت
۲۰۲	۳.۱.۷ تنظیم‌کننده‌های رشد
۲۰۶	۴.۱.۷ ریزنمونه
۲۰۸	۵.۱.۷ واکشت‌های انتخابی
۲۱۰	۶.۱.۷ تحریک الکتریکی
۲۱۰	۷.۱.۷ سایر عوامل مؤثر
۲۱۲	۲.۷ القا و نمو

۲۱۶	۷. ۲. ۱. القا
۲۱۷	۷. ۲. ۲. نمو
۲۱۹	۷. ۳. منشأ سلول‌های جنین‌های سوماتیکی
۲۲۰	۷. ۴. هم‌زمان‌سازی رشد جنین‌های سوماتیکی
۲۲۱	۷. ۵. جنبه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی جنین‌زایی سوماتیکی
۲۲۲	۷. ۶. جنبه‌های مولکولی جنین‌زایی سوماتیکی
۲۲۴	۷. ۶. ۱. پروتئین‌های دخیل در جنین‌زایی سوماتیکی
۲۲۴	- GLP‌ها
۲۲۵	- پروتئین‌های سلول جنین‌زا (ECPS)
۲۲۵	- پروتئین Trx H
۲۲۶	۷. ۶. ۲. ژن‌های دخیل در فرایند جنین‌زایی سوماتیکی
۲۲۶	- ژن کاندید شبه‌گیرنده کیناز (SERK)
۲۲۸	- ژن <i>PBM</i>
۲۲۸	- ژن‌های <i>LUC</i>
۲۳۰	- ژن <i>AGL15</i>
۲۳۰	- ژن <i>WUSCHEL</i>
۲۳۳	- ژن <i>PKL</i>
۲۳۴	۷. ۷. بلوغ و تبدیل جنین‌های سوماتیکی
۲۳۶	۷. ۸. مقایسه جنین‌های سوماتیکی و جنین‌های طبیعی
۲۳۹	۷. ۹. تولید جنین‌های سوماتیکی در مقیاس وسیع
۲۴۲	۷. ۱۰. بذرهای مصنوعی یا سنتزی
۲۴۵	۷. ۱۱. کاربردهای عملی جنین‌زایی سوماتیکی
۲۴۶	۷. ۱۲. محدودیت‌های جنین‌زایی سوماتیکی
۲۴۶	۷. ۱۳. نتیجه‌گیری
۲۴۹	فصل ۸. مرده‌افشانی و باروری درون‌شیشه‌ای
۲۴۹	مقدمه
۲۵۰	۸. ۱. مرده‌افشانی درون‌شیشه‌ای (IVP)
۲۵۲	۸. ۱. ۱. تهیه ریزنمونه
۲۵۶	۸. ۱. ۲. عوامل مؤثر در موفقیت آمیز بودن IVP
۲۵۸	۸. ۲. باروری درون‌شیشه‌ای (IVF)
۲۵۸	۸. ۲. ۱. استخراج سلول تخم‌زا، سلول مرکزی و اسپرم‌ها

۲۶۲	۲.۲.۸. امتزاج گامت‌ها
۲۶۴	۳.۲.۸. کشت تخم‌های درون‌شیشه‌ای
۲۶۵	۳.۸. کاربردها
۲۶۵	۱.۳.۸. مطالعات پایه بر روی باروری و نمو تخم
۲۶۶	۲.۳.۸. هیبریداسیون
۲۶۶	۳.۳.۸. غلبه بر خودناسازگاری
۲۶۷	۴.۳.۸. تراریختی
۲۶۷	۵.۳.۸. تولید گیاهان مقاوم به تنش
۲۶۹	فصل ۹. نجات جنین‌های نارس
۲۶۹	مقدمه
۲۷۲	۱.۹. تکنیک استخراج جنین پس از باروری
۲۷۹	۲.۹. اثر شرایط و ترکیب محیط کشت در جنین
۲۸۳	۳.۹. تغییر نیاز رشی جنین‌ها
۲۸۴	۴.۹. نقش آویزگر در نمر جنین
۲۸۵	۵.۹. جوانه‌زنی پیش‌رس
۲۸۶	۶.۹. شرایط لازم برای باززایی گیاه از جنین
۲۸۷	۷.۹. کاربردها
۲۸۷	۱.۷.۹. مطالعات پایه
۲۸۷	۲.۷.۹. تولید هابلوتید
۲۸۸	۳.۷.۹. جلوگیری از سقط جنین در درختان هسته‌دار زرد
۲۸۹	۴.۷.۹. جلوگیری از سقط جنین در اثر ناسازگاری
۲۹۰	۵.۷.۹. کوتاه کردن دوره اصلاح
۲۹۰	۶.۷.۹. رفع موانع جوانه‌زنی و آزمون سریع قدرت جوانه‌زنی بذر
۲۹۱	۷.۷.۹. تکثیر گیاهان کمیاب و تولید گیاهان ارزشمند
۲۹۲	۸.۷.۹. نتیجه‌گیری
۲۹۳	فصل ۱۰. تنوع سوماکلونال و ثبات ژنتیکی
۲۹۳	مقدمه
۲۹۶	۱.۱۰. منشأ و علل وقوع تنوع سوماکلونال
۲۹۶	۱.۱.۱۰. سیستم‌های باززایی
۲۹۸	۲.۱.۱۰. منبع ریزنمونه

۳۰۱	۱۰. ۱. ۳. اجزای محیط کشت
۳۰۴	۱۰. ۱. ۴. مدت و شمار دورهای واکشت
۳۰۵	۱۰. ۱. ۵. اثر ژنوتیپ
۳۰۶	۱۰. ۲. مکانیسم تنوع سوماکلونال
۳۰۶	۱۰. ۲. ۱. تغییرات ژنتیکی مسئول بروز تنوع سوماکلونال
۳۰۷	الف) تغییر در شمار و ساختار کروموزوم‌ها
۳۰۹	ب) جهش‌های ژنی
۳۰۹	۱۰. ۲. ۲. تغییرات اپی‌ژنتیک مسئول وقوع تنوع سوماکلونال
۳۱۰	الف) تغییر در متیلاسیون DNA
۳۱۰	ب) فعال‌شدن عناصر جابه‌جاشونده
۳۱۲	۱۰. ۳. ۱. مزایا - مایب تنوع سوماکلونال
۳۱۴	۱۰. ۴. ۱. ریسک‌های زیستی تنوع سوماکلونال
۳۱۴	۱۰. ۴. ۲. نشان‌های مورفولوژیکی، سیتولوژیکی و بیوشیمیایی
۳۱۶	۱۰. ۴. ۲. سنگ‌های مولکولی
۳۱۸	۱۰. ۵. نتیجه‌گیری
۳۲۱	فصل ۱۱. تولید درون‌شیشه‌ای گیاهان پلئوئید
۳۲۱	مقدمه
۳۲۵	۱۱. ۱. تاریخچه هاپلوئیدها
۳۲۹	۱۱. ۲. روش‌های درون‌شیشه‌ای تولید هاپلوئیدها
۳۲۹	۱۱. ۲. ۱. آندروژنز
۳۲۹	الف) کشت پساک
۳۳۲	ب) کشت دانه‌گرده نارس / میکروسپور
۳۳۳	۱۱. ۲. ۲. ژینوژنز
۳۳۴	الف) کشت تخمدان
۳۳۴	ب) کشت تخمک
۳۳۶	۱۱. ۳. ۲. هیبریداسیون دور
۳۴۰	۱۱. ۳. منشأ گیاهان آندروژنی
۳۴۴	۱۱. ۳. ۱. القا
۳۴۵	۱۱. ۳. ۲. تقسیمات اولیه میکروسپورها
۳۴۷	۱۱. ۳. ۳. باززایی گیاه
۳۴۸	۱۱. ۴. عوامل مؤثر در تولید هاپلوئید

۳۴۸	۱. ۴. ۱۱. ژنوتیپ گیاهان دهنده
۳۵۰	۲. ۴. ۱۱. وضعیت فیزیولوژیکی گیاه دهنده
۳۵۱	۳. ۴. ۱۱. مرحله نمو میکروسیور در زمان کشت
۳۵۵	۴. ۴. ۱۱. مرحله کیسه جنینی
۳۵۷	۵. ۴. ۱۱. محیط کشت
۳۵۷	الف) محیط‌های کشت پایه
۳۵۸	ب) تنظیم‌کننده‌های رشد
۳۵۹	ج) سایر افزودنی‌های رشد
۳۶۱	د) منبع کربن
۳۶۲	۶. ۴. ۱۱. شرایط کشت
۳۶۲	الف) پیش‌تیمارها
۳۶۴	۷. ۴. ۱۱. ساینده‌ها
۳۶۴	الف) دانه‌های بستر
۳۶۵	ب) تراکم کشت
۳۶۶	ج) اثر موقعیت و عمق کاشت
۳۶۶	۵. ۴. ۱۱. آنالیز سطح پلوانیدی
۳۶۹	۶. ۴. ۱۱. مضاعف‌شدن کروموزوم هاپلوئیدها
۳۷۴	۷. ۴. ۱۱. کاربردهای تولید هاپلوئیدها
۳۷۴	۱. ۷. ۱۱. تولید لاین‌های هموزیگوت خالص
۳۷۶	۲. ۷. ۱۱. پژوهش‌های ژنتیکی
۳۷۷	۳. ۷. ۱۱. تنوع گامتوکلونال
۳۷۹	۴. ۷. ۱۱. القای موتاسیون
۳۸۰	۵. ۷. ۱۱. دستوری ژنتیکی
۳۸۱	۶. ۷. ۱۱. ایجاد ژنوتیپ‌های جدید با کروموزوم‌های بیگانه
۳۸۱	۷. ۷. ۱۱. ژنومیکس
۳۸۳	۸. ۷. ۱۱. تولید گیاهان منحصراً نر
۳۸۳	۹. ۷. ۱۱. ایجاد نرعیقیمی و تولید بذرها
۳۸۴	۱۰. ۷. ۱۱. تهیه نقشه ژنتیکی
۳۸۴	۱۱. ۷. ۱۱. ردیابی ژنی
۳۸۵	۱۲. ۷. ۱۱. مطالعه جنبه‌های رشد و نمو
۳۸۵	۸. ۱۱. نتیجه‌گیری

۳۸۹	فصل ۱۲. القای پلی‌پلوئیدی
۳۸۹	مقدمه
۳۹۵	۱. عوامل کنترل‌کننده پرآوری کالوس و باززایی گیاه
۳۹۵	۱.۱. مرحله اندوسپرم در کشت
۳۹۵	۱.۲. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و سایر مکمل‌ها
۳۹۷	۱.۳. عوامل فیزیکی
۳۹۷	۱.۴. عامل جنین
۳۹۸	۲. باززایی شاخساره
۴۰۳	۲. بافت‌شناسی (هیستولوژی)
۴۰۴	۱.۲. سیتولوژی
۴۰۵	۵. دوره‌های کشت اندوسپرم
۴۰۶	۶. نتیجه‌گیری
۴۰۹	فصل ۱۳. هیبریداسیون شاخساره‌ها به‌کارگیری کشت پروتوپلاست
۴۰۹	مقدمه
۴۱۲	۱. جداسازی پروتوپلاست
۴۱۵	۱.۱. عوامل مؤثر در جداسازی پروتوپلاست
۴۱۸	۱.۲. خالص‌سازی پروتوپلاست‌ها
۴۲۰	۱.۳. تعیین قابلیت زنده‌مانی و تراکم پروتوپلاست‌ها
۴۲۱	۲. امتزاج پروتوپلاست‌ها
۴۲۲	۱.۳. امتزاج خودبه‌خودی
۴۲۳	۲.۲. روش امتزاج القایی
۴۲۳	الف) امتزاج از راه PEG
۴۲۶	ب) الکتروفیوژن
۴۳۱	۳. کشت پروتوپلاست
۴۳۱	۱.۳. روش‌های کشت
۴۳۴	۲.۳. تشکیل دیواره سلولی
۴۳۵	۳.۳. تقسیم سلولی و تشکیل کالوس
۴۴۲	۴. باززایی گیاه
۴۴۴	۵. انتخاب هیبریدهای سوماتیکی
۴۴۶	۶. شناسایی هیبریدهای سوماتیکی
۴۴۹	۷. نتایج امتزاج پروتوپلاست

۴۵۰	۸. ۱۳. هیبریداسیون متقارن
۴۵۱	۹. ۱۳. هیبریداسیون نامتقارن
۴۵۵	۱۰. ۱۳. تشکیل سپرید
۴۵۶	۱. ۱۰. ۱۳. روش‌های گوناگون دستیابی به سپریدها
۴۵۷	۱۱. ۱۳. کاربردهای کشت پروتوپلاست در اصلاح گیاهان
۴۶۰	۱۲. ۱۳. نتیجه‌گیری
۴۶۳	فصل ۱۴. روش‌های تولید گیاهان عاری از ویروس
۴۶۳	مقدمه
۴۶۷	۱. ۱۴. روش‌های مورد استفاده برای حذف ویروس‌ها
۴۶۷	۱. ۱. ۴. گرمادرمانی
۴۷۱	۲. ۱. ۱۴. کشت در سرم مرستیم
۴۷۳	الف) نخ، جداسازی نوک مرستیم
۴۷۴	ب) اندازه ریزومونه
۴۷۵	ج) شرایط فیزیولوژیکی ریزوم‌ها
۴۷۶	د) محیط کشت
۴۷۷	هـ) شرایط نگهداری
۴۷۸	و) ژنوتیپ
۴۷۸	۳. ۱. ۱۴. شیمی درمانی
۴۸۰	۴. ۱. ۱۴. انجماد درمانی
۴۸۳	۵. ۱. ۱۴. ریزپیوندی درون شیشه‌ای نوک شاخساره
۴۸۶	۶. ۱. ۱۴. برق درمانی
۴۸۸	۷. ۱. ۱۴. به‌کارگیری جنین‌زایی سوماتیکی
۴۸۹	۲. ۱۴. نگهداری پایه‌های عاری از ویروس
۴۸۹	۳. ۱۴. محک‌زنی ویروس و تأیید
۴۹۰	۱. ۳. ۱۴. محک‌زنی زیستی (زیست‌سنجی)
۴۹۲	۲. ۳. ۱۴. آزمون‌های مولکولی
۴۹۲	الف) سرولوژی (سرم‌شناسی)
۴۹۳	ب) الکترون میکروسکوپی
۴۹۴	ج) آزمون‌های مبتنی بر اسید نوکلئیک
۴۹۷	۴. ۱۴. نتیجه‌گیری

فصل ۱۵. فنّاوری DNA نو ترکیب	۵۰۱
مقدمه	۵۰۱
۱. کاربرد کشت بافت گیاهی در انتقال ژن	۵۰۵
۲. انتقال ژن	۵۰۶
۱. ۲. تراریختی به واسطهٔ اگروباکتری	۵۰۷
الف) ویژگی‌های ناقلین T-DNA برای تراریختی	۵۰۹
ناقلین هم‌بند (تلفیقی)	۵۱۱
ناقلین دوتایی	۵۱۲
ب) روش‌های انتقال ناقل پلاسمیدی به درون اگروباکتری	۵۱۴
ج) روش‌های تراریختی به واسطهٔ اگروباکتری	۵۱۴
د) عوامل مؤثر در تراریختی و افزایش راندمان آن	۵۱۷
۲. ۱. انتقال مستقیم ژن به‌روش زیست‌پرتابی	۵۲۳
الف) فنّاوری زیست‌پرتابی	۵۲۴
ب) عوامل مؤثر در افزایش کارایی تراریختی در سیستم زیست‌پرتابی	۵۲۷
۳. ۲. ۱. ۵. تفنگ جریا در راه (PIG)	۵۲۸
۴. ۲. ۱. ۵. شتاب‌دهندهٔ ذرات برای تخلیهٔ الکتریکی: فنّاوری ACCELL	۵۲۸
۵. ۲. ۱. ۵. بمباران میکرونوترینگ	۵۲۹
۶. ۲. ۱. ۵. تفنگ ژنی هلیوس	۵۲۹
۳. ۱. ۵. مقایسهٔ تراریختی به واسطهٔ اگروباکتری و روش‌های مستقیم انتقال ژن	۵۳۱
۴. ۱. ۵. بافت‌های هدف در تراریختی	۵۳۲
۵. ۱. ۵. گزینش و باززایی سلول‌ها یا گیاهان تراریخته	۵۳۲
۶. ۱. ۵. آنالیز مولکولی گیاهان تراریخته احتمالی	۵۳۵
۷. ۱. ۵. باززایی گیاهان تراریخته	۵۳۷
۸. ۱. ۵. کاربردهای مهندسی ژنتیک	۵۳۷
۱. ۸. ۱. ۵. ایجاد مقاومت در برابر آفات	۵۳۷
۲. ۸. ۱. ۵. ایجاد مقاومت در برابر علف‌کش	۵۴۰
۳. ۸. ۱. ۵. به تأخیر انداختن رسیدن میوه	۵۴۳
الف) به کاربردن روش آنتی‌سنس RNA برای غیرفعال کردن ژن پلی‌گالاکتروناز	۵۴۴
ب) به کاربردن آنتی‌سنس RNA برای غیرفعال کردن سنتز اتیلن	۵۴۵
۴. ۸. ۱. ۵. ایجاد مقاومت در برابر بیماری	۵۴۶
۵. ۸. ۱. ۵. افزایش کیفیت تغذیه‌ای	۵۴۹
۶. ۸. ۱. ۵. مقاومت در برابر تنش‌های غیرزیستی	۵۵۱

۵۵۱	۸. ۷. بکر باری
۵۵۲	۸. ۸. کنترل نرباروری
۵۵۳	۸. ۹. گیاهان به مثابه راکتورهای زیستی
۵۵۳	۸. ۱۰. تغییر رنگ گل و اصلاح ساختار گیاه
۵۵۵	۸. ۱۱. تولید سوخت زیستی
۵۵۶	۹. ۱۵. نتیجه گیری

۵۵۷	فصل ۱۶. تولید و مهندسی متابولیت های ثانویه
۵۵۷	مقدمه
۵۶۶	۱. ۱۶. مهندسی متابولیک
۵۶۷	۱. ۱۶. تولید متابولیت های ثانویه با بهره گیری از کشت سلول گیاهی
۵۶۸	۱. ۲. ۱۶. القاء "مس" بهینه سازی لاین های سلولی
۵۷۰	۲. ۲. ۱۶. کشت تعالی سلول
۵۷۳	۳. ۱۶. تولید متابولیت های ثانویه با به کار گیری کشت اندام
۵۷۳	۱. ۳. ۱۶. کشت شام سار
۵۷۵	۲. ۳. ۱۶. کشت ریشه مو
۵۸۰	۴. ۱۶. راهکارهای بهینه سازی تولید متابولیت های ثانویه
۵۸۱	۱. ۴. ۱۶. انتخاب لاین های سلولی پرتولید
۵۸۱	۲. ۴. ۱۶. بهینه سازی محیط های رشد و تولید
۵۸۳	۳. ۴. ۱۶. تراریختی زیستی و افزودن پیش سارما
۵۸۴	۴. ۴. ۱۶. غیر متحرک سازی سلول ها
۵۸۶	۵. ۴. ۱۶. تراواسازی
۵۸۶	۶. ۴. ۱۶. ارتقای ژنتیکی
۵۸۸	۷. ۴. ۱۶. به کار گیری الیستورها
۵۸۹	۵. ۱۶. نتیجه گیری

۵۹۱	منابع
۶۲۵	واژه نامه فارسی- انگلیسی
۶۴۹	واژه نامه انگلیسی- فارسی
۶۷۳	نمایه

پیشگفتار

ما در عصری زندگی می‌کنیم که گذر از کشاورزی سنتی به کشاورزی پیشرفته، برای همگام شدن با میزان رشد جمعیت و ازمیان برداشتن موانع تولید و افزایش بازدهی محصولات، اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. علاوه بر تأمین غذا، توجه به روش‌هایی که بتوان در زمانی کوتاه‌تر به حداکثر تولید رسید یکی از چالش‌های پیش روست. اکنون روش‌های سنتی کشت و اصلاح گیاهان، عموماً صرفه زمانی و اقتصادی چندانی ندارند. تردیدی نیست که آگاهی از اصول و فناوری‌های جدید و حرکت پویا در راستای پیشرفت‌های علمی، با توجه به نیازهای جامعه، عامل رشد صنعتی و اقتصادی آن خواهد بود. نمونه‌ای از این تحولات، زیست‌شناسی در حوزه علوم کشاورزی معرفی تکنیک کشت سلول و بافت گیاهی است که گرچه ممکن است اصلاح کلاسیک محسوب می‌شود، تا حد بسیاری بر موانع و محدودیت‌های آن غلبه کرده است و ابزاری کارآمد در زمینه بیوتکنولوژی به‌شمار می‌آید.

با تأیید مفروضات گاتلیب هابرلنت توسط آزمایش‌های گوناگون، در پیچه‌ای به‌سوی جهان کشت بافت گیاهی گشوده شد که تا پیش از آن ناشناخته بود. از آن هنگام تا کنون، دانشمندان و پژوهشگران گوناگونی در این راه گام نهاده‌اند و کاربردهای آن را گسترش داده‌اند؛ به‌گونه‌ای که با قرار گرفتن در این مسیر بسیاری از ناممکن‌ها در هریک از شاخه‌های زینتی، دارویی، انواع گونه‌های درختی، سبزی و صیفی و نیز در مهندسی ژنتیک گیاهی امکان‌پذیر و اجرایی شده است.

در این کتاب سعی شده است که کاربردهای کشت بافت گیاهی از دیدگاه علمی و عملی به‌طور جامع بحث و بررسی شود و به پرسش‌هایی پاسخ داده شود که دانشجویان هنگام کار در آزمایشگاه با آن‌ها مواجه می‌شوند، به‌گونه‌ای که در شناخت و به‌کارگیری تجهیزات آزمایشگاهی، نحوه ساخت محیط کشت و روش‌های گوناگون کشت ریزنمونه‌ها و بازرایی و تولید متابولیت‌های ثانویه از گیاهان در آزمایشگاه آمادگی پیدا کنند و اطلاعات سودمندی کسب کنند و پیش از ورود به عرصه تراریختی گیاهان، از

مهارت لازم در کشت سلول و بافت، به‌منزله پایه بیوتکنولوژی گیاهی، برخوردار شوند. همچنین، برای درک بهتر مطالب ارائه‌شده، از تصاویر شماتیک و عکس‌های بسیار در فصل‌های کتاب بهره گرفته شده است. نویسندگان کتاب، علاوه بر کاربرد معادل فارسی پیشنهادی فرهنگستان علوم برای اصطلاحات گوناگون، درمورد برگردان نام گیاهان نیز منابعی معتبر به کار برده‌اند و امیدوارند نتیجه تلاش‌هایشان پاسخ‌گوی ابهامات و نیازهای علاقمندان به حوزه کشت بافت گیاهی باشد.

در پایان، یادآور می‌شویم که هیچ کاری بی‌اشتباه نیست؛ بنابراین، از استادان گرامی و دانش‌جویان عزیز سپاسگزار خواهیم بود که ما را از این لغزش‌ها آگاه سازند.

مسعود توحیدفر

پاییز ۱۳۹۸