اصول آزمایشگاهی روش‌های مولکولی

مترجمان

دکتر رامتین حدیقی
دکترای انگل شناسی
عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

جبرئیل شمس‌الدین
دانشجوی دکترای انگل‌شناسی

کتاب ارجمند

سرشناسه: رایم پیتر، Reim, Peter
عنوان و نام پدیدآور: اصول آزمایشگاهی روش‌های مولکولی / [پیتر رایم، پل لائیر، اورس هورفمان]؛
مترجمان رامتین حدیقی، جبرئیل شمس‌الدین.
مشخصات نشر: تهران: کتاب ارجمند: ارجمند: نسل فردا، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری: ۳۰۰ ص، پالتویی.
شابک: ۸-۱۲۳-۲۰۰-۶۰۰-۹۷۸
یادداشت: Peter Reim, Paul Labaere, Urs W. Hoffmann Fundamental laboratory approaches for molecular methods.
موضوع: مولکول‌ها – زیست‌شناسی – دستنامه‌های آزمایشگاهی، ساختار مولکول – آزمایش‌ها
شناسه افزوده: حدیقی، رامتین –، شمس‌الدین، جبرئیل.
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۰ ۱۶الف۲ر/٤٦١ QD
رده‌بندی دیویی: ٥٤٠/٠٧٨
شماره کتابشناسی ملی: ٢٤٧٣١٢٨

رامتین حدیقی، جبرئیل شمس‌الدین
اصول آزمایشگاهی روش‌های مولکولی
فروست: ۲۳۱
ناشر: کتاب ارجمند (با همکاری ارجمند و نسل فردا)
چاپ دوم، ۱۱۰۰ نسخه فروردین ۱۳۹۳
صفحه‌آرایی: آیدا روستا، طراح جلد: احسان ارجمند
چاپ: سامان، صحافی: روشنک، بها: ۱۳۰۰۰ تومان
شابک: ۸-۱۲۳-۲۰۰-۶۰۰-۹۷۸

www.arjmandpub.com

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف، ناشر، نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

مرکز پخش: انتشارات ارجمند

دفتر مرکزی : تهران بلوار کشاورز، بین خ کارگر و ۱۶ آذر، پلاک ۲۹۲، تلفن ۸۸۹۷۷۰۰۲
شعبه اصفهان : خیابان چهارباغ بالا، پاساژ هزارجریب ، تلفن ۶۲۸۱۵۷۴- ۰۳۱۱
شعبه مشهد : خ تقی آباد، خ احمدآباد، پاساژ امیر، کتاب دانشجو، تلفن ۸۴۴۱۰۱۶-۰۵۱۱
شعبه بابل : خ گنج افروز، پاساژ گنج افروز، تلفن ۲۲۲۷۷۶۴-۰۱۱۱
شعبه رشت : خ نامجو، روبروی ورزشگاه عضدی، تلفن ۳۲۳۲۸۷۶-۰۱۳۱
شعبه ساری: بلوار خزر، خ دریا، مجتمع علوم پزشکی – کتب پزشکی ارجمند تلفن: ۰۹۱۱۲۱۷۴۰۰۹

سخن مترجمان

به جرات می‌توان گفت روش‌های مولکولی با گذشت نزدیک به دو دهه از ابداع شان، مرزهای موجود را درهم نوردیده و امروزه جزء پایه‌های مهم تشخیص در علوم پزشکی قرار گرفته‌اند. جهت آموزش و بسط این روش‌ها، به تالیفات و ترجمه‌هایی نیاز است که در برگیرنده ابتدایی‌ترین مفاهیم تا پیچیده‌ترین آنها باشند و سلسله مطالب به گونه‌ای حفظ شود که هر قدم در یادگیری این مطالب به تجربه عملی آن نیز بینجامد.

آنچه در این اثر ملاحظه می‌کنید، توضیح اصول پایهٔ هر روش مولکولی، مواد پرکاربرد مرتبط با آن و دستورالعمل‌های انجام روش است. امید آن که مقبول دانشجویان و محققان عزیز کشورمان قرار گیرد.

ر. ح
ج. ش

فهرست

۱. کار کردن با DNA

۱.۱. احتیاط‌های لازم در کار با DNA ۲
۱.۲. فرمول‌هایی که به‌طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند ۴
۱.۳. جداسازی و تخلیص DNA ۸
۱.۴. آنالیز DNA ۱۱
۱.۵. تکثیر DNA ۲۳
۱.۶. همسانه‌ساز (کلون کردن) DNA ۳۴
۱.۷. نشاندار کردن DNA و الیگونوکلئوتیدها ۴۱
۱.۸. Real Time PCR کمّی ۴۵
۱.۹. منابع ۵۵

۲. کار با RNA

۲.۱. توصیه‌هایی در مورد کار با RNA ۵۷
۲.۲. فرمول‌هایی که به‌طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند ۶۰
۲.۳. جداسازی و خالص کردن RNA ۶۲
۲.۴. آنالیز کردن RNA ۶۳
۲.۵. RT– PCR ۶۵
۲.۶. نشاندار کردن RNA ۶۹
۲.۷. رفرانس و مرجع ۷۰

۳. کار کردن با پروتئین‌ها

۳.۱ توصیه‌هایی درمورد کار با پروتئین‌ها ۷۲
۳.۲ تبدیل اسیدهای نوکلئیک به پروتئین‌ها ۷۸
۳.۳ آنالیز کردن پروتئین‌ها ۸۱
۳.۴ کمی‌سازی پروتئین‌ها ۸۷
۳.۵ تشخیص پروتئین‌ها ۹۱
۳.۶ رفرانس و منابع ۱۰۱

٤. کار با انواع سلول‌ها

۴-۱ توصیه‌هایی در مورد کار با سلول‌ها ۱۰۲
۴-۲ اطلاعات پایه ۱۰۶
۴-۳ دستکاری سلول‌ها ۱۱۱
۴-۴ آنالیزکردن سلول‌ها ۱۱۹
۴-۵ رفرنس‌ها و منابع ۱۳۰

۵. آماده‌سازی بافرها و محیط‌های کشت

۵.۱ بافرها ۱۳۲
۵.۲ آنتی‌بیوتیک‌ها ۱۴۰
۵.۳ محیط برای باکتری‌ها ۱۴۱
۵.۴ رفرانس‌ها و منابع ۱۴۳

کار کردن با DNA

فصل اول

۱.۱. احتیاط‌های لازم در کار با DNA ۲-۳
۱.۲. فرمول‌هایی که به‌طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرند ۴-۷
۱.۳. جداسازی و تخلیص DNA ۸-۱۰
۱.۴. آنالیز DNA ۱۱-۲۲
۱.۵. تکثیر DNA ۲۳-۳۴
۱.۶. همسانه‌سازی (کلون کردن) DNA ۳۴-۴۰
۱.۷. نشاندار کردن DNA و الیگونوکلئوتیدها ۴۱-۴۴
۱.۸. Real-Time PCR کمّی ۴۵-۵۵
۱.۹. منابع ۵۵

۱,۱. احتیاط‌های لازم در کار با DNA

طرز کار با مواد تازه تهیه شده یا ذخیره شده قبل از استخراج DNA

- برای جداسازی DNA ژنومیک و پلاسمید از سلول‌ها و بافت‌ها، از نمونه‌های تازه و یا نمونه‌هایی که به سرعت در نیتروژن مایع منجمد شده و در دمای $^{\circ C}$۷۰- نگهداری شده‌اند استفاده کنید. بدین ترتیب با محدود نمودن فعالیت نوکلئازهای درون زاد، تخریب DNA به حداقل می‌رسد.
- برای تحصیل بهترین نتایج، از خون تازه یا خونی که در دمای اتاق و کمتر از ۲ روز نگهداری شده استفاده نمایید. خونی که ۷ روز در $^{\circ C}$۴ بوده و یا کمتر از یک ماه در $^{\circ C}$20- نگهداری شده باشد، ۱۵– ۱۰٪ از DNA خود را از دست می‌دهد.
- نمونه‌های خون را در لوله‌های حاوی ضد انعقاد EDTA جمع‌آوری کنید. **از هپارین استفاده ننمایید.** هپارین می‌تواند موجب تضعیف تکثیر یا ممانعت از تکثیر DNA در خلال PCR گردد.
- در صورتی که ناچار به استفاده از هپارین باشید، با استفاده از High pure PCR template preparation kit هپارین را از نمونه جدا کنید.

برداشت نمودن DNA (Pipetting)

- از پیپت نمودن شدید اجتناب نمایید.
- برداشت DNA ژنومیک توسط سر سمپلرهائی که دهانه باریکی دارند، موجب پارگی یا شکافت DNA می‌شود. از سرسمپلرهای دهانه گشاد که مخصوص DNA ژنومیک طراحی شده‌اند استفاده نمایید.
- سر سمپلرهای معمولی برای DNA پلاسمید و دیگر مولکول‌های کوچک DNA مشکلی ایجاد نمی‌نمایند.

ذخیره نمودن DNA

- DNA ژنومیک را در دمای $۴^{\circ C}$ ذخیره کنید. دمای $-۲۰^{\circ C}$ موجب از هم گسیختگی DNA می‌شود.
- DNA پلاسمید و دیگر مولکول‌های کوچک DNA را می‌توان در $۴^{\circ C}$ به مدت کوتاه، و یا در حجم‌های کوچک در $-۲۰^{\circ C}$ برای مدت طولانی ذخیره نمایید.
- پلاسمیدهائی که برای انتقال به کار می‌برید را برای جلوگیری از شکافت، در $۴^{\circ C}$ ذخیره نمایید.

- DNA اصلاح شده (modified) را در $4^{\circ}C$ ذخیره نمایید.

به کار بردن DNA

- همیشه هنگامی که آماده انجام آزمایشی می‌شوید، نمونه DNA را روی یخ بگذارید.

خشک کردن DNA

- از خشک شدن بیش از حد DNA ژنومیک پس از جداسازی در اتانول ممانعت کنید. بگذارید DNA در دمای اتاق خشک شود.
- DNA پلاسمید و دیگر مولکول‌های کوچک DNA را می‌توان هم در دمای اتاق و هم در خلأ خشک نمود.

حل کردن DNA

- DNA را در بافر تریس (مثلاً تریس ۱۰ میلی مولار، pH 7.0 – 8.0) حل نمایید.
- برای کمک به انحلال DNA پس از افزودن بافر، با احتیاط چند بار لوله را وارونه کنید و یا به آرامی به حاشیه لوله ضربه بزنید.
- به عنوان روش جایگزین می‌توانید لوله حاوی بافر و DNA را یک شب در $4^{\circ}C$ نگهداری کنید.

- **DNA ژنومیک را هرگز ورتکس نکنید** (به شدت به هم نزنید)
- DNA را به مدت ۱۰ دقیقه در دمای $۶۵^{°C}$ برای غیر فعال کردن DNaseها حرارت دهید.

۱,۲. فرمول‌های مورد استفاده

محاسبه وزن مولکولی DNA برحسب دالتون*

- میانگین وزن مولکولی (MW) یک دئوکسی نوکلئوتید ۳۳۰ دالتون* (Da) است.
- میانگین وزن مولکولی یک جفت باز DNA، ۶۶۰ دالتون است.

۶۶۰ Da × تعداد جفت باز= وزن مولکولی DNA دو رشته‌ای (dsDNA)

مثال: محاسبه وزن مولکولی DNA دو رشته‌ای pBR322 دارای ۴۳۶۳ جفت باز

= ۴۳۶۳ × ۶۶۰ دالتون (Da)

= ۲/۹ × $۱۰^{۶}$ دالتون (Da)

= ۲/۹ × $۱۰^{۳}$ کیلودالتون (k Da)

۳۳۰Da × تعداد بازها= وزن مولکولی DNA تک رشته‌ای (ssDNA)

مثال: محاسبه وزن مولکولی M13mp18 (دارای ۷۲۴۹ باز در فرم تک رشته‌ای DNA)

= ۷۲۴۹ × ۳۳۰ Da

= ۲/۴ × $۱۰^{۶}$ Da

= ۲/۴ × $۱۰^{۳}$ kDa

* Da یک دالتون (Dalton) واحد جرم و بسیار نزدیک به جرم اتم هیدروژن است (دقیقاً برابر ۱۰۰۰۰ در مقیاس جرم اتمی) که به افتخار جان دالتون (1766-1844) John Dalton پایه گذار تئوری اتمی نام‌گذاری گردید.

محاسبه پیکومول انتهاهای '5 یا '3

➢ **محاسبه پیکومول‌های انتهاهای یک مولکول DNA دو رشته‌ای dsDNA:**

$$\frac{\text{میکروگرم dsDNA} \times ۲ \times ۱۰^{۶}}{\text{وزن مولکولی (دالتون)}} = \frac{\text{میکروگرم dsDNA} \times ۲ \times ۱۰^{۶}}{\text{تعداد جفت باز} \times ۶۶۰ \text{ دالتون}}$$

مثال: محاسبه پیکومول انتهاهای '5 یا '3 یک میکروگرم از یک قطعه DNA دو رشته‌ای با ۱۰۰ جفت باز:

$$\frac{۱ \times ۲ \times ۱۰^{۶}}{۱۰۰ \times ۶۶۰} = ۳۰ / ۳ \text{ پیکومول}$$

➢ **محاسبه پیکومول‌های انتهاهای یک مولکول DNA تک رشته‌ای ssDNA:**

$$\frac{\text{میکروگرم ssDNA} \times ۱ \times ۱۰^{۶}}{\text{وزن مولکولی (دالتون)}} = \frac{\text{میکروگرم ssDNA} \times ۱ \times ۱۰^{۶}}{\text{تعداد باز} \times ۳۳۰ \text{ دالتون}}$$

مثال: محاسبه پیکومول انتهاهای ′5 یا ′3 یک میکروگرم از یک قطعه DNA تک رشته‌ای با ۲۵۰ جفت باز:

$$\frac{۱ \times ۱۰^{۶} \times ۱}{۲۵۰ \times ۳۳۰} = ۱۲ / ۱۲ \text{ پیکومول}$$

➢ **محاسبه پیکومول انتهاهایی که توسط اندونوکلئازهای محدود کننده جدا می‌شوند:**

- DNA حلقوی: تعداد سایت‌های برش × (پیکومول DNA) × ۲
- DNA خطی: [(پیکومول DNA) × ۲] + [تعداد سایت‌ها × (پیکومول DNA) × ۲]

تبدیل میکروگرم (µg) به پیکومول (pmol)

➢ **محاسبه پیکومول DNA دو رشته‌ای**

$$\text{dsDNA میکروگرم} \times \frac{10^{6} \text{ پیکوگرم}}{1 \text{ میکروگرم}} \times \frac{1 \text{ پیکومول}}{660 \text{ پیکوگرم}} \times \frac{1}{\text{تعداد جفت باز}}$$

$$= \frac{\text{dsDNA میکروگرم} \times 1515}{\text{تعداد جفت باز}}$$

مثـال: پیکومـول ۱۵/۲ = $\frac{1 \times 1515}{100}$ = یک میکروگرم از یک قطعه DNA دو رشته‌ای با ۱۰۰ جفت باز

➢ **محاسبه پیکومول DNA تک رشته‌ای ssDNA**

$$\text{پیکومول DNA تک‌رشته‌ای} = \text{dsDNA میکروگرم} \times \frac{۱۰^{۶}\ \text{پیکوگرم}}{۱\ \text{میکروگرم}} \times \frac{۱\ \text{پیکومول}}{۳۳۰\ \text{پیکوگرم}} \times \frac{۱}{\text{تعداد باز}}$$

$$= \frac{(\text{ssDNA})\ \text{میکروگرم} \times ۳۰۳۰}{\text{تعداد باز}}$$

مثال: *یک میکروگرم از قطعه DNA تک رشته‌ای با ۱۰۰۰ باز* $= \frac{۱ \times ۳۰۳۰}{۱۰۰۰} =$ ۳/۰۳ Pmol

تبدیل پیکومول به میکروگرم

$$\text{میکروگرم dsDNA} = \text{pmol (dsDNA)} \times \frac{۶۶۰\ \text{pg}}{۱\ \text{pmol}} \times \frac{۱\ \text{gu}}{۱۰^{۶}\ \text{pg}} \times \text{تعداد جفت باز}$$

$$= \text{pmol (dsDNA)} \times \text{تعداد جفت باز} \times ۶/۶ \times ۱۰^{-۴}$$

مثال: μg ۰/۰۶۶ = ۱۰$^{-۴}$ × ۶/۶ × ۱۰۰ × ۱ = یک پیکومول قطعه *dsDNA* حاوی ۱۰۰ جفت باز

$$\text{میکروگرم ssDNA} = \text{pmol (ssDNA)} \times \frac{۳۳۰\ \text{pg}}{۱\ \text{pmol}} \times \frac{۱\ \mu\text{g}}{۱۰^{۶}\ \text{pg}} \times \text{تعداد باز}$$

$$= \text{pmol (ssDNA)} \times \text{تعداد باز} \times ۳/۳ \times ۱۰^{-۴}$$

مثال: μg ۰/۰۸۲۵ = ۱۰ $^{-۴}$ × ۳/۳ × ۲۵۰ × ۱ = یک پیکومول قطعه *ssDNA* حاوی ۲۵۰ باز

مثال‌ها

Type	Size	Form	MW (in kDa)	pmol/µg	µg/pmol	pmol of 5´ or 3´ ends/µg
dsDNA fragment	100 bp	Linear	66	15.2	0.066	30.3
dsDNA fragment	500 bp	Linear	330	3.03	0.33	6.06
dsDNA fragment	1000 bp	Linear	660	1.52	0.66	3.03
		RE* Digest, 1 site		1.52	0.66	6.06
		RE* Digest, 2 sites		1.52	0.66	9.12
pUC18/19 dsDNA	2686 bp	Circular	1.8×10^3	0.57	1.77	–
		RE* Digest, 1 site		0.57	1.77	1.14
		RE* Digest, 2 sites		0.57	1.77	2.28
		RE* Digest, 3 sites		0.57	1.77	3.42
pBR322 dsDNA	4363 bp	Circular	2.9×10^3	0.35	2.88	–
		RE* Digest, 1 site		0.35	2.88	0.7
		RE* Digest, 2 sites		0.35	2.88	1.4
		RE* Digest, 3 sites		0.35	2.88	2.1

* RE: Restrichtion Enzyme آنزیم محدود کننده

یادداشت

۳-۱ جداسازی و تخلیص DNA

از این جدول می‌توانید با توجه به نوع و منشاء DNA، محصول مورد نیاز را انتخاب نمایید. (همچنین رفرانس شماره ۴ را ملاحظه فرمایید)

نوع DNA	منشاء DNA	نکات پیشنهادی*
ژنومیک	بافت، سلول‌های کشت داده شده، باکتری، مخمر	High Pure PCR Template Preparation Kit
	بافت، سلول‌های کشت داده شده، باکتری، مخمر؛ دم موش	DNA Isolation Kit for Cells and Tissues
	خون انسان	High pure PCR Template Praparation Kit Split Second DNA Preparation Kit
	خون پستاندار/ انسان	DNA Isolation Kit for Mammalian Blood
	خون، مغز استخوان، بافت، سلول‌های کشت داده شده	for Blood/Bone Marrow/Tissue
	گیاه	Plant DNA Isolation Kit
پلاسمید	تکثیر شده در E.coli	High Pure Plasmid Isolation Kit Genomic Plasmid Maxi/Midi Kits
ویروسی	سرم، پلاسما، خون، دیگر مایعات بدن، مایع سطحی کشت سلولی	High Pure Viral Nucleic Acid Kit
	سرم، پلاسما، مایع سطحی کشت سلولی	High Pure 16 System Viral Nucleic Acid Kit
	فاژمید M13 و M13	High Pure Viral M13 Isolation Kit
	لامبدا (باکتریوفاژ)	High Pure Lambda Isolation Kit
قطعات DNA	محصول PCR، قطعات حاصل از آنزیم محدود کننده، واکنش‌های نشاندار کردن و تصحیح، کاوشگرهای (probe) نشاندار شده با Dig	High Pure PCR Product Purification Kit PCR Clean Up Kit
	حذف نوکلئوتیدهای متصل نشده از مولکول‌های DNA نشاندار شده	Mini Quick Spin DNA Columns
	قطعات ژل آگاروز	Agarose Gel DNA Extraction Kit High Pure PCR Product Purification Kit

* میزان DNA که توسط این کیت‌ها می‌تواند جدا شود به متغیرهایی همچون مقدار نمونه به کار برده شده، غلظت DNA درون نمونه، سیستم‌های بافر و غیره بستگی دارد.

از این جدول برای انتخاب محصول مطابق با نحوه کاربرد DNA استفاده نمایید (همچنین رفرانس شماره ۴ را ملاحظه فرمایید)

Product	PCR	Restriction Enzyme Analysis	Southern Blotting	Labeling/ Modifying Reactions	Clon- ing	Se- quenc- ing	*In Vitro* Tran- scription	Trans fec- tion	Micro- array spotting
DNA Isolation Kit for Cells and Tissues	●	●	●		●				
DNA Isolation Kit for Mammalian Blood	●	●	●		●				
High Pure Plasmid Isolation Kit	●	●	●	●	●	●	●		
High Pure Viral Nucleic Acid Kit	●								
High Pure 16 System Viral Nucleic Acid Kit	●								
High Pure PCR Template Preparation Kit	●	●	●		●				
High Pure 96 UF Cleanup Kit		●		●	●	●			●
High Pure PCR Product Purification Kit	●	●	●	●	●	●			
High Pure PCR Cleanup Micro Kit	●	●	●	●	●	●			
Mini Quick Spin DNA Columns			●			●			
Quick Spin Columns			●						
Agarose Gel DNA Extraction Kit	●	●	●	●	●	●			
Genopure Plasmid Midi Kit Genopure Plasmid Maxi Kit	●	●	●	●	●	●	●	●	

از این جدول برای انتخاب نوع محصول با توجه به خصوصیات آن استفاده کنید (همچنین رفرانس شماره ۴ را ملاحظه فرمایید)

Product	Quantity of starting material	Typical Yield
Agarose Gel DNA Extraction Kit	➢ Agarose slices: 100 – 200 mg	➢ Recovery: ● 0.1 – 10 kb: ~80% ● 10 kb – 100 kb: ~60% ● Oligos > 20 bases: ~60%
DNA Isolation Kit for Cells and Tissues	➢ Tissue: up to 1 g ➢ Cultured cells: up to 5 x 10^7 cells ➢ Mouse tail: up to 400 mg ➢ Yeast: up to 3 x 10^{10} cells ➢ Gram neg. bacteria: up to 10^{11} cells	➢ depending on tissue type ➢ 700 – 3000 µg ➢ up to 800 µg ➢ up to 300 µg ➢ 1500 – 2700 µg
DNA Isolation Kit for Mammalian Blood	➢ Human whole blood: 10 ml ➢ Rat and mouse whole blood: 10 ml	➢ 350 µg ➢ 570 µg
High Pure 96 UF Cleanup Kit	➢ 100 bp to > 10 kb 20 to 300 µ.	➢ ≥ 25 µl (≥ 150 bp ≥ 40%; 1500 bp ≥ 90%; 4500 bp ≥ 90%; 8000 bp ≥ 80%)
High Pure Plasmid Isolation Kit	➢ E. coli XL1 Blue, pUC19 – 2 ml ➢ E. coli DH5α, pUC19 – 2 ml	➢ 12 µg ➢ 3.5 µg
High Pure Viral Nucleic Acid Kit	➢ 200 – 600 µl of serum, plasma, blood, cell culture supernatant	➢ product detectable by PCR
High Pure 16 System Viral Nucleic Acid Kit	➢ 200 – 600 µl of serum, plasma, blood, cell culture supernatant	➢ product detectable by PCR

از این جدول برای انتخاب نوع محصول با توجه به خصوصیات آن استفاده کنید (همچنین رفرانس شماره ۴ را ملاحظه فرمایید)

Product	Quantity of starting material	Typical Yield
High Pure PCR Template Preparation Kit	➢ Blood: up to 300 µl ➢ Cultured cells: up to 10^8 cells ➢ Mouse tail: 25 – 50 mg ➢ Yeast: 10^8 cells ➢ Bacteria: 10^9 cells	➢ 3 – 9 µg ➢ 15 – 20 µg ➢ 5 – 10 µg ➢ 10 – 13 µg ➢ 1 – 3 µg
High Pure PCR Product Purification Kit	➢ 100 µl of a modifying, labeling or restriction enzyme digestion reaction	➢ Recovery: > 80% of 5 – 25 µg DNA (fragments > 100 bp)
High Pure PCR Cleanup Micro Kit	➢ up to 100 µl reaction mix up to 100 mg agarose gel slice	➢ Recovery: > 80% of 5 – 25 µg DNA (fragments > 100 bp)
Mini Quick Spin DNA Columns	➢ 20 – 75 µl labeling mixture	➢ Recovery: > 90% ➢ Exclusion limit: ≥ 20 bp
Genopure Plasmid Midi Kit	➢ 10 – 100 ml bacterial culture (low copy plasmid) ➢ 5 – 30 ml bacterial culture (high copy plasmid)	➢ 0.2 – 1 µg/ml culture (low copy plasmid) ➢ 3 – 5 µg/ml culture (high copy plasmid)
Genopure Plasmid Maxi Kit	➢ 100 – 500 ml bacterial culture (low copy plasmid) ➢ 30 – 150 ml bacterial culture (high copy plasmid)	➢ 0.2 – 1 µg/ml culture (low copy plasmid) ➢ 3 – 5 µg/ml culture (high copy plasmid)

جداسازی سریع و موثر اسیدهای نوکلئیک

دستگاه MagNA Pure LC به طور خودکار امکان جداسازی اسید نوکلئیک و آغاز PCR را فراهم می‌کند. این ابـزار بـا دقتـی بـالا موجـب می‌شود تا مراحل دستی کار نظیر پیپت کردن، فیلتر نمودن و سانتریفوژ کردن از روند کار حذف گردد. با استفاده از کاربرد تکنولـوژی دانـه‌هـای مغناطیسی در این دستگاه، DNA ژنومیک، total RNA و حتی mRNA را می‌توان با کیفیتی بالا به دست آورد.

با دستگاه MagNA Pure LC می‌توان تا ۳۲ نمونه را در کمتر از ۱ ساعت آزمایش نمود و اسیدهای نوکلئیک را با خلوص بالا از نمونه‌هـای متفاوتی همچون خون کامل، گلبول‌های سفید، کشت سلولی و حتی بافت‌ها جدا نمود.

این دستگاه با به کار بردن کیت‌های مختلف، ابزارهای جانبی و نرم افزارهای متعدد می‌تواند بسیار انعطاف‌پذیر و دارای کارکردهای متعدد گـردد که برخی از این کیت‌ها عبارتند از:

- کیت‌های استخراج DNA- برای خون یا کشت سلولی، بافت‌ها و باکتری‌ها یا قارچ‌ها
- کیت‌های استخراج اسید نوکلئیک تام- برای خون، پلاسما و سرم
- کیت‌های استخراج RNA - برای خون کامل، سلول‌های خونی، کشت سلولی و بافت‌های غوطه ور در پارافین
- کیت‌های استخراج mRNA - برای خون کامل، سلول‌های خون و بافت

برای افزایش بازدهی آزمایشگاهتان، در کنار دسـتگاه MagNA Pure LC، از سـانتریفوژ Light Cycler Carousel و دسـتگاه Light Cycler استفاده نمایید.