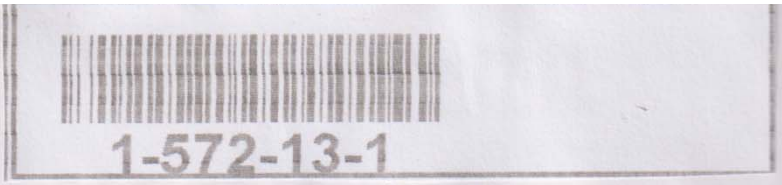
مدخل إلى

الكيمياء الحيوية المعملية

الدكتور
أنور حبيب حسن

www.darsafa.com

1-572-13-1



مدخل إلى
الكيمياء الحيوية المعملية

تأليف
الدكتور أنور حبيب حسن

الطبعة الأولى

2018م - 1439هـ

دار صفاء للنشر والتوزيع - عمان

المحتويات

الفصل الأول

التحكم المضبوط

القياس الصحيح 29

المحاليل القياسية والبلانكات 31

الأرقام المعنوية 32

الأواني الزجاجية الحجمية 33

تقديم التقرير 38

الكراسة المعملية 38

قائمة المراجع 42

الفصل الثاني

درجة الحموضة الحامضية (PH) والمحاليل المنظمة

الأحماض والقواعد 45

قوة الحامض والقاعدة 46

تركيز أيون الهيدروجين والـ PH 46

تعريف الـ PH 46

تفكك الماء 46

قياس درجة الحموضة الـ PH 48

قطب الزجاج 48

قطب الكالوميل 50

تفكك الأحماض والقواعد 53

الأحماض القوية 53
الأحماض الضعيفة 53
المحاليل المنظمة 55
منحنيات المعايرة 57
الحامض القوي والقاعدة القوية 57
الحامض الضعيف والقاعدة القوية 60
الحدود العملية لمنحنيات المعايرة 60
تصحيح المذيب 60
تعيين قيمة PKa 61
الحامضية PH والحياة..... 61
الخلايا الحيوانية 61
الخلايا النباتية والبكتيرية..... 63
منظمات (دارئات) مستخدمة في تجارب الكيمياء الحياتية 64
محاليل كريس- رينجر 64
منظمات مفيدة أخرى 65
التمارين العملية 66
تجربة رقم (2-1): معايرة حمض قوي مع قاعدة قوية 67
تجربة رقم (2-2): معايرة حامض ضعيف مع قاعدة قوية 68
تجربة رقم (2-3): تعيين الـ pka 68
تجربة رقم (2-4): ثابت pka الحامض ثنائي الكاربوكسيل..... 69
تجربة رقم (2-5): معايرة خليط من حامض ضعيف وقوي 70
تجربة رقم (2-6): مخاليط حمض الستريك - سترات الصوديوم كمحاليل منظمة (دارئات) 71
قائمة المراجع 73

الفصل الثالث

طرق الفصل Methods of Separation

الفرز الغشائي 78

تجربة رقم (3-1): مرور الجزئيات عبر غشاء جهاز الفرز الغشائي 80

تركيز محاليل الجزيئات الكبيرة 81

تجربة رقم (3-2): تركيز المحلول البروتيني 82

اتزان غشاء التنافذ 84

تجربة رقم (3-3): توضيح اتزان غشاء التنافذ..... 86

الترشيح الهلامي 87

نظرية الترشيح الهلامي 87

الترشيح الهلامي على السيفادكس 89

تجربة رقم (3-4): فصل الهيموكلوبين و2، 4- ثنائي نتروفينيل حامض الاسبارتك على سيفادكس 25G 91

تجربة رقم (3-5): إزالة الملوحة من محلول بروتيني 92

تجربة رقم (3-6): الترشيح بطبقة رقيقة من الجل لبروتينات على سيفادكس 200G 94

كروماتوجرافية الادمصاص 96

النظرية 96

التطبيق 98

تجربة رقم (3-7): فصل الصبغات النباتية من الورقة بواسطة كروماتوجرافية الامتزاز 100

كروماتوجرافية التبادل الايوني 102

النظرية 102
التطبيق 107
تجربة رقم (3-8): الإزاحة العلوية لكلوريد الصوديوم بواسطة رانتج التبادل الكاثيوني 107
تجربة رقم (3-9): فصل أحماض أمينية بواسطة كروماتوجرافية التبادل الأيوني 108
كوتوجرافية التجزئة 111
كروماتوجرافية الورق 112
النظرية 112
التطبيق 113
تجربة رقم (3-10): فصل السكريات بواسطة كروماتوجرافية الورق الهابطة (النزول) 116
تجربة رقم (3-11): فصل الأحماض الأمينية بواسطة كروماتوجرافية الورق ثنائية الأبعاد 117
كروماتوجرافية الطبقة الرقيقة 120
المقدمة 120
تجربة رقم (3-12): فصل السكريات بواسطة طبقة رقيقة من السيليكاجل 121
تجربة رقم (3-13): فصل دهون بواسطة كروماتوجرافية الطبقة الرقيقة 122
الفصل بالهجرة الكهربائية 124
تجربة رقم (3-14): فصل بروتينات مصل الدم بواسطة الترحيل الكهربائي بالورق 131
تجربة رقم (3-15): فصل بروتينات مصل الدم بواسطة الترحيل الكهربائي على خلات السيليلوز..... 132

تجربة رقم (3-16): تفكيك بروتينات المصل بواسطة التوصيل الكهربائي بالنشا- جل 133
قائمة المراجع 136

الفصل الرابع

طرق القياس

المقياسية اللونية 139
قانون بير - لامبرت 140
قياس الاندثار (الامتصاصية) 141
مقياسية الشدة الطيفية 142
تحليل مقياسية الامتصاص 144
طيف الامتصاص..... 147
تجربة رقم (4- 1): تقدير المقياسية اللونية لفوسفات غير العضوي 149
تجربة رقم (4- 2): مشروعية قانون بير لغرض تحديد المقياسية اللونية للكريتينين 150
تجربة رقم (4- 3): طيف الامتصاص لـ p- نتروفينول..... 151
تجربة رقم (4- 4): تعيين قيمة PKa للـ P - نيتروفينول 151
تجربة رقم (4- 5): منحني الارتقاء لإنزيم P - نيتروفينول فوسفاتيز 153
تجربة رقم (4- 6): تقدير الباربيتورات بواسطة المطياف الضوئي للأشعة فوق البنفسجية 153
المقياسية الفلّورية 156
شدة الفلّورة والتركيز 157
أجهزة قياس الفلّورة 158

تجربة رقم (4- 7): تقدير الكاتيكولامينات في البول 161
تجربة رقم (4- 8): قياس فعالية أنزيم ألفا - نافثيل فوسفاتيز 166
تجربة رقم (4- 9): درجة الحموضة المثلى لإنزيم الفوسفاتير القلوي 168
قائمة المراجع 169

الفصل الخامس

الكاربوهيدرات Carbohydrates

تركيب الكاربوهيدرات 173
الكيمياء المجسمة 174
الرابطة الكلايكوسيدية the Glycosidic linkage 179
مشتقات السكريات الأحادية البسيطة 180
أهمية كاربوهيدرات المواد الكيميائية الحياتية 182
البنتوزات 182
الهكسوزات 183
السكريات الثنائية 185
السكريات المتعددة..... 186
البروتينات السكرية 188
الاختبارات النوعية للكاربوهيدرات 189
الاختبارات العامة للكاربوهيدرات 189
تجربة رقم (5- 1): اختبار مولش 189
تجربة رقم (5- 2): تفاعل الانثرون 190
تفاعلات السكريات المختزلة 191
تجربة رقم (5- 3): اختبار فهلنك 191

تجربة رقم (5- 4): اختبار نبدكت 192
تجربة رقم (5- 5): اختبار بارفويد 193
التخمّر 194
تجربة رقم (5- 6): تخمّر الكاربوهيدرات بواسطة خميرة بيكر 194
تكوين الأوسازونات 195
تجربة رقم (5- 7): تحضير الأوسازونات 195
اختبارات الكشف عن الكاربوهيدرات الفردية 197
تجربة رقم (5- 8): اختبار بيال لكشف النتوزات 197
تجربة رقم (5- 9): اختبار سيلفانوف لكشف الكيتوزات 199
تجربة رقم (5- 10): تكوين حامض الميوسيك 199
تجربة رقم (5- 11): اختبارات الكشف عن السكروز 200
تجربة رقم (5- 12): اختبار اليود 201
تجربة رقم (5- 13): التحلل المائي للسكريات المتعددة 201
مخطط للكشف عن عينة كاربوهيدرات مجهولة 202
التقدير الكمي للكاربوهيدرات 203
تجربة رقم (5- 14): تقدير الكاربوهيدرات بطريقة اثنرون 203
تجربة رقم (5- 15): تقدير السكر المختزل بطريقة سوموجي نيلسن 204
تجربة رقم (5- 16): تقدير السكريات الاختزالية بواسطة كاشف بندكت الكمي 206
تجربة رقم (5- 17): تقدير الكلوكوز بواسطة أنزيم كلوكوز أوكسيديز 208
التجارب الخاصة بالسكريات المتعددة 211
تجربة رقم (5- 18): تحضير الكلايكوجين من كبد الجرذ..... 211
تجربة رقم (5- 19): التحلل الحامضي للكلايكوجين والسكريات المتعددة الأخرى 213

تجربة رقم (5- 20): التحلل الأنزيمي للايكوجين بواسطة الفا وبيتا اميليز 214
تجربة رقم (5- 21): الكشف الكروماتوجرافي لنواتج التحلل الحامضي والإنزيمي للكلايكوجين 216
تجربة رقم (5- 22): أكسدة الكلايكوجين بواسطة البريودات (فوق يودات) . 216
قائمة المراجع 220

الفصل السادس

الأحماض الأمينية والبروتينات Amino Acids and Proteins

الخصائص الأمينية والبروتينات 223
الخصائص الكيميائية 223
كيمياء الأحماض الأمينية 223
الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات 229
تركيب البروتين 233
عزل البروتينات 239
مسخ البروتين 239
وظيفة البروتين في الكائن الحي 244
الأحماض الأمينية 245
الببتيدات 247
البروتينات 251
الكشف النوعي للأحماض الأمينية 252
الخصائص العامة للأحماض الأمينية..... 252
تجربة رقم (6- 1): ذائبية الأحماض الأمينية 252
تجربة رقم (6- 2): تفاعل النندهيدرين 252

تفاعلات الأحماض الأمينية غير المتجانسة الحلقية والعطرّية 254
تجربة رقم (6- 3): تفاعل الزانثوبروتيك 254
تجربة رقم (6- 4): تفاعل ميلّون 255
تجربة رقم (6- 5): التفاعل الكلايكوسيلي للكشف عن التربتوفان 256
تجربة رقم (6- 6): اختبار باولي 256
تجربة رقم (6- 7): كاشف ايرليش 258
تفاعلات الأحماض الأمينية الحاوية على الكبريت 259
تجربة رقم (6- 8): اختبار كبريتيد الرصاص للكشف عن السيستائين والستين 259
تجربة رقم (6- 9): اختبار النيتروبروسيد 260
اختبار ساكاكوجي للكشف عن الأرجنين 260
تجربة رقم (6- 10): تفاعل ساكوكوجي 260
الكشف النوعي للبروتينات 262
التفاعلات العامة للبروتينات 262
تجربة رقم (6- 11): اختبار بايوريت للكشف عن الروابط الببتدية 262
تجربة رقم (6- 12): اختبارات الكشف للأحماض الأمينية 263
تفاعلات الترسيب..... 263
تجربة رقم (6- 13): مسخ البروتين عن طريق التسخين والـ PH الحادة 263
تجربة رقم (6- 14): ترسيب البروتين بواسطة المعادن الثقيلة 264
تجربة رقم (6- 15): الترسيب بواسطة الكواشف الحامضية 265
الكشف الكمي للبروتينات والأحماض الأمينية 265
تجربة رقم (6- 16): التقدير الكمي للأحماض الأمينية باستخدام تفاعل النهيدرين 265

تجربة رقم (6- 17): طريقة كلداهل لتقدير المحتوى النتروجيني للبروتينات ... 266
تجربة رقم (6- 18): اختبار بايوريت 269
تجربة رقم (6- 19): طريقة فولين - لورين لتقدير البروتين 270
تجربة رقم (6- 20): امتصاص الأشعة فوق البنفسجية من قبل البروتينات والأحماض الأمينية 271
تجربة رقم (6- 21): مقارنة بين مختلف طرق تقدير البروتين 272
تجربة رقم (6- 22): منحنيات المعايرة للأحماض الأمينية 272
تجربة رقم (6- 23): المعايرة النموذجية للالانين 274
تجربة رقم (6- 24): معايرة البروتينات 275
عزل وتركيب البروتينات 277
تجزئة البروتينات بواسطة ترسيبها كأملاح 277
تجربة رقم (6- 25): ذائبية البروتينات في الماء المقطع والمحاليل الملحية 277
تجربة رقم (6- 26): تجربة بلازما الإنسان عن طريق الترسيب بالملح والمذيبات العضوية 279
تحضير وخصائص بعض البروتينات 282
تجربة رقم (6- 27): تجارب مع الهيموكلوبين 282
تجربة رقم (6- 28): تحضير السايتوكرم C ودراسة خصائصه 284
تميؤ (التحلل المائي) للبروتينات 288
تجربة رقم (6- 29): التحلل المائي التام للبروتين 288
تجربة رقم (6- 30): متابعة التحلل المائي للبروتين 291
مشتقات DNP للأحماض الأمينية والبروتينات 292
تجربة رقم (6- 31): تحضير DNP الأحماض الأمينية 292

تجربة رقم (6- 32): تحديد المجموعة الطرفية الأمينية الحرة لبعض البروتينات 293
قائمة المراجع 296

الفصل السابع

الدهنيات والستيرويدات Lipids And Steroid

تصنيف الدهون ودورها الحيات 299
الدهون البسيطة 300
الدهون المركبة 302
الستيرويدات والمركبات المتعلقة بها 305
الاختبارات النوعية للدهنيات 309
تجربة رقم (7- 1): ذوبانية الدهون 309
تجربة رقم (7- 2): اختبارات الأحماض الدهنية 309
تجربة رقم (7- 3): الكشف عن الكليسيرول 311
تجربة رقم (7- 4): اختبارات عدم التشبع 312
التحليل الكمي للدهون 313
تجربة رقم (7- 5): تعيين قيمة الحموضة للدهن 313
تجربة رقم (7- 6): قيمة التصبن للدهن 315
تجربة رقم (7- 7): الرقم اليودي للدهن 316
خصائص الكوليسترول 318
تجربة رقم (7- 8): تحضير الكوليسترول من الدماغ 318
تجربة رقم (7- 9): الاختبارات الكيميائية للكشف عن الكوليسترول 319
تجربة رقم (7- 10): تقدير الكوليسترول في الدم 321

الستيرويدات الكيتونية 323
تجربة رقم (7- 11): تعيين الستيرويدات الكيتونية البولية 17 323
تجربة رقم (7- 12): تعيين ستيرويدات القشرة الأدرينالية في البول 328
تجربة رقم (7- 13): تفاعل زيمرمان 330
قائمة المراجع 332

الفصل الثامن

الأحماض النووية Nucleic Acid

التركيب الكيميائي للأحماض النووية 335
البيورينات 336
البيريميدينات 337
السكريات الخماسية 338
النيوكليوسيدات 338
النيوكليوتيدات 339
الأحماض النووية 340
الدور الحيوي للأحماض النووية..... 343
DNA 343
RNA 344
تخليق البروتين 347
الفيروسات 349
التجارب حول الأحماض النووية..... 349
تجربة رقم (8- 1): عزل الـ RNA من الخميرة 349
تجربة رقم (8- 2): فصل النيوكليوتيدات بالهجرة الكهربية 350

تجربة رقم (8- 3): القواعد المكونة للـ RNA 352
تجربة رقم (8- 4): عزل الـ DNA من طحال الخنزير 355
تجربة رقم (8- 5): امتصاص الأشعة فوق البنفسجية من قبل الأحماض النووية 356
تجربة رقم (8- 6): تقدير الـ DNA بواسطة تفاعل ثنائي فينيل أمين 360
تجربة رقم (8- 7): تقدير الـ RNA بطريقة تفاعل الأوروسينول 361
تجربة رقم (8- 8): تعيين محتوى الفسفور لحامض نووي 362
قائمة المراجع 363

الفصل التاسع

الفيتامينات Vitamins

التركيب والوظيفية للفيتامينات 367
الفيتامينات الذائبة بالدهن 368
الفيتامينات الذائبة بالماء 371
اختبارات الفيتامينات 374
تجربة رقم (9- 1): تقدير فيتامين A باستخدام تفاعل Carr- Price 374
تجربة رقم (9- 2): تأثير الأشعة الفوق بنفسجية على فيتامين A..... 378
تجربة رقم (9- 3): تقدير الثيامين في الحبوب باستخدام تفاعل الثايروكروم ... 380
تجربة رقم (9- 4): تقدير حامض الساكوربيك باستعمال 2، 6 ثنائي كلوروفينول اندوفينول 381
تجربة رقم (9- 5): اختبار تشبع حمض الاسكوربيك 383
تجربة رقم (9- 6): فيتامين C في البازيلاء النابتة أو الفول 385
تجربة رقم (9- 7): تحضير فيتامينات D بواسطة التعريض الإشعاعي لمخلفات الفيتامين بالأشعة فوق بنفسجية 386
قائمة المراجع 390

الفصل العاشر

الأنزيمات Enzymes

البيان العملي النوعي للفعالية الأنزيمية 395

متابعة التفاعل الأنزيمي 395

تجربة رقم (10- 1): مفعول الأميليز اللعابي (α-1، 4 كلوكان -4- كلوكانوهايدرولز 1.1.2.3)..... 395

تجربة رقم (10- 2): لإثبات ناتج الأميليز عمليا أثناء مفعول α- اميليز على النشا 397

معكوسية تفاعل أنزيمية 398

تجربة رقم (10- 3): توضيح فعالية الآلانين امينوترانسفيريز..... 398

التقدير الكمي للفعالية الأنزيمية 401

منحنى الارتقاء 403

تجربة رقم (10- 4): تكون منحنى الارتقاء خلال تحلل P-نيتروفينيل فوسفات بواسطة أنزيم الفوسفاتيز القاعدي للمصل 403

تغير الفعالية بتغير تركيز الأنزيم 404

تجربة رقم (10- 5): تغير فعالية الفوسفاتيز القاعدي للمصل بتغير تركيز الأنزيم 406

ثابت ميكائيلس 406

تجربة رقم (10- 6): تعيين ثابت ميكائيلس لعملية هظم الكازين بواسطة أنزيم التربسين (4.4.4.3) 410

تجربة رقم (10- 7): تعيين ثابت ميكائيلس لعملية تحلل السكروز بواسطة الخميرة بيتا- فركتوفيورانوسايديز..... 412

تأثير درجة الحرارة على التفاعل الأنزيمية 416

تجربة رقم (10- 8): تعيين درجة الحرارة المثلى لأنزيم الأميليز في اللعاب 417
تجربة رقم (10- 9): تأثير درجة الحرارة على ثبوتية α - اميليز 419
تأثير درجة الحموضة PH..... 420
تجربة رقم (10- 10): الـ PH المثلى للفوسفاتيز القاعدي 421
مرافقات الأنزيمات والمنشطات 424
تجربة رقم (10- 11): الـ NAD كمرافق أنزيمي لأنزيم لاكتات دي هايدروجنيز 424
تجربة رقم (10- 12): تأثير الالكتروليتات على فعالية الاميليز 426
تجربة رقم (10- 13): تنشيط الفوسفاتيز القاعدي للمصل بواسطة أيونات المغنيسيوم 427
مثبطات الأنزيمات 428
تجربة رقم (10- 14): تأثير المثبطات على نشاط أنزيم الاسيثيل كولين استريز لكريات الدم الحمراء في الإنسان 432
تجربة رقم (10- 15): تثبيط فعالية أنزيم الاستيل كولين استريز بواسطة كمية مفرطة من المادة التي يؤثر عليها (المادة الأساس) 435
تجربة رقم (10- 16): قياس الاستيل كولين استريز لبلازما الإنسان 435
تنقية الأنزيمات 435
الطرق المستعملة في تجزئة الأنزيمات 437
عزل أنزيم معين 437
تجربة رقم (10- 17): عزل أنزيم لاكتات دي هايدروجنيز من عضلة أرنب 437
الأشكال الجزيئية المتعددة للأنزيمات 440
تجربة رقم (10- 18): تأثير أملاح الصفراء على فعالية أنزيم فوسفاتيز القاعدي 440

تجربة رقم (10- 19): فصل أنزيمات فوسفاتيز القاعدي الكلوي على ثنائي اثيل أمينو اثيل - سيليلوز - DEAE سيليلوز 443
تجربة رقم (10- 20): بعض خصائص الأجزاء المفصولة لفوسفاتيز القاعدي الكلوي 445
تجربة رقم (10- 21): فصل أشباه أنزيمات اللاكتات دي هيدروجينز بواسطة الهجرة الكهربائية على النشا - جل 445
تجربة رقم (10- 22): عزل أشباه الأنزيمات للاكتات دي هيدروجنيز بواسطة الهجرة الكهربائية بقالب النشا 448
تجربة رقم (10- 23): بعض التحريات الأعمق لأشباه أنزيمات لاكتات دي هيدروجينيز المتحصلة من الهجرة الكهربائية بقالب النشا 450
قائمة المراجع 451

الفصل الحادي عشر

الأكسدة الحياتية

أنزيمات الأكسدة والاختزال 455
أنزيمات إضافة الأوكسجين والهيدروكسيل 455
أنزيمات إضافة الأكسجين 455
أنزيمات إضافة الهيدروكسيل 456
تخليق مركبات متخصصة (للأعصاب والدماغ)..... 458
أنزيمات نزع الهيدروجين وإضافة الأوكسجين 458
أنزيمات نزع الهيدروجين 458
أنزيمات إضافة الأكسجين 458
أنزيمات الاختزال 459
أنزيمات كاتاليز وبيروكسيديز 459

سلسلة انتقال الإلكترون..... 460
مكونات السلسلة..... 460
نيوكليوتيدات البيريدين..... 460
بروتينات النكهة 461
مرافق الأنزيم..... 462
السايتوكرومات..... 463
وظيفة السلسلة 463
تجربة رقم (11-1) :أنزيمات الأكسدة والاختزال المعتمدة على الـNAD 467
تجربة رقم (11- 2) توضيح الفسفرة التأكسدية 470
قطب الأوكسجين 474
الأساس النظري..... 474
التطبيق 475
تجربة رقم (11- 3)التنفس في المايتوكوندريا والفسفرة التأكسدية 476
تجربة رقم (11- 4)تأثير المثبطات على السلسلة التنفسية..... 480
تجربة رقم (11- 5) المركبات التي تؤثر على حالة الطاقة العليا للمايتوكوندريا. 481
جهاز واربورج 482
تعيير وضبط الجهاز..... 488
البارومتر الحراري 489
نقاط الدلالة على المانومتر..... 490
تجميع أجزاء الجهاز..... 491
إضافة المركبات خلال التفاعل 492
التعبير عن النتائج..... 492
تجربة رقم (11- 6)التمثيل الهوائي للخميرة 493

تجربة رقم (11- 7)تأثير السيانيد على التمثيل الهوائي للخميرة 496
تجربة رقم (11- 8) تأثير السيانيد على التمثيل اللاهوائي للخميرة 496
تجربة رقم (11- 9) قياس الفسفرة التأكسدية 499
قائمة المراجع 502

الفصل الثاني عشر

الخلية الحية The Living Cell

تركيب الخلية 505
الهندسة الأساسية للخلية 505
تجزئة الخلية 509
الطرد المركزي (النبذ) 511
تجربة رقم (12- 1): تجزئة كبد الفأرة 512
تجربة رقم (12- 2): تقدير الـ DNA، RNA والبروتين في أجزاء الخلية المفصولة 513
تجربة رقم (12- 3): توزيع الأنزيمات في الخلية 517
تجربة رقم (12- 3 a): أنزيم كلوكوز -6- فوسفاتيز 518
تجربة رقم (12- 3 b): كلوتامات دي هيدروجينز 520
تجربة رقم (12- 3 c): الفوسفاتيز الحامض 522
تجربة رقم (12- 3 d): كاكتات دي هيدروجينز 522
بعض خصائص مكونات الخلية المفصولة 522
تجربة رقم (12- 4): (تقدير التكامل اللايسوزمي) تقدير سلامة اللايسوزومات 522
تجربة رقم (12- 5): تأثير المنظفات الصناعية على ثبوتية الغشاء اللايسوزومي 524

تجربة رقم (12- 6): تأثير الظروف الفيزيائية المعاكسة على سلامة اللايسوزومات 525
تجربة رقم (12- 7): الانتفاخ المايتوكوندري 526
الاستقلاب 528
تجربة رقم (12- 8): اختبار التسامح الكلوكوزي 529
تجربة رقم (12- 9): التحلل الكلايكولي في المستخلصات النسيجية 534
تجربة رقم (12- 10): إنتاج البايروفات والاستياديهايد خلال تخمر الكلوكوز بواسطة الخميرة 537
تجربة رقم (12- 11): التنفس اللاهوائي لشرائح نسيجية 540
البروتوكول 544
تجربة رقم (12- 12): تأثير المثبطات على استهلاك الأوكسجين لشرائح كبد الفأر 545
تجربة رقم (12- 13): تأثير الحمية الغذائية والهرمونات على محتوى الكلايكوجين لكبد الفأر والعضلات الهيكلية 548
الكورتيزول 552
تجربة رقم (12- 14): التحلل المائي بالحامض لاسترات الفوسفات ذات الأهمية البايولوجية 553
تحرير الفوسفات بالتميؤ بالحامض 555
تجربة رقم (12- 15): تخلق الأنزيمات 555
تجربة رقم (12- 16): مكونات دهنيات حبوب القمح 557
تجربة رقم (12- 17): إنتاج المكافئات الاختزالية بواسطة بلاستيدات خضراء مغزولة من أوراق نباتية 559

تجربة رقم (12- 18): تخلق حامض الهيبوريك 564
التخليق العضوي لحامض الهيبوريك 566
التخليق الحيوي لحامض الهيبوريك 566
قائمة المراجع 567
الملحق 569
الدارئات (لمحاليل المنظمة) 569
دارئات الفوسفات 570
دارئات متنوعة 570
الجداول 571