تحليل الأغذية

تأليف

الأستاذ الدكتور عبدالرحمن صالح الخليفة الدكتور عوض دفع الله

قسم علوم الأغذية والتغذية بكلية علوم الأغذية والزراعة

جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٣٠هـ (٢٠٠٩م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

تحليل الأغذية: عبدالرحمن صالح الخليفة؛ عوض دفع الله.- الرياض، ١٤٢٩هـ.

٣٦١ ص؛ ١٧ ×٢٤سم.

ردمك: ١-٤٠٥-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

١- الأغذية - تحليل أ. دفع الله، عوض (مؤلف مشارك) ب - العنوان

ديوي ٦٦٤,٠٧ ١٤٢٩/٦٤٨٠

رقم الإيداع: ١٤٢٩/٦٤٨٠

ردمك: ١-٤٠٥-٥٥-٩٩٦٠-٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره، بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه الخامس عشر للعام الدراسي ١٤٢٨/١٤٢٩هـ المعقود بتاريخ ١٤٢٩/٤/٢٨هـ الموافق ٢٠٠٨/٥/٤م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٠هـ

المقدمة

لإجراء أي بحث أو دراسة في مجال علوم وتكنولوجيا الأغذية سواء لقطاع التصنيع الغذائي أو للجهات الصحية الحكومية أو كجزء أساسي من نشاط الجامعات يستلزم الأمر تقدير تركيب الغذاء. وبمعرفة تركيب المادة الغذائية يمكن تقدير القيمة الغذائية، والتعرف على الصفات الوظيفية وضمان السلامة الصحية للمنتجات الغذائية. وعادة ما تملي طبيعة المادة الغذائية على المحلل اختيار الطريقة المناسبة للتحليل حيث أن نفس المكون تتغير طريقة تحليله تبعاً لطبيعة المادة الغذائية المراد تحليلها. ويعتمد نجاح أي تحليل لأي مكون من مكونات الغذاء على الاختيار المناسب لطريقة التحليل بحيث تتواءم مع طبيعة المنتج ثم إعداد العينة بالطريقة الصحيحة، وإجراء التحليل بعناية بواسطة متخصصين يدركون أهمية كل خطوة من خطوات التحليل، وفي النهاية تتم عملية حساب النتائج.

ولتحليل الأغذية دوراً رئيسياً في تحقيق رغبات المستهلك في الحصول على السلعة الغذائية المناسبة. فالمستهلك الواعي لا يتناول الغذاء إلا إذا توفرت لديه معلومات كافية عن تركيبه العام ومحتواه من الفيتامينات والعناصر المعدنية ومقدار سعراته الحرارية. لذلك أصبحت بطاقة المنتج (البطاقة الغذائية) ضرورة في أي منتج. وبطبيعة الحال فإن تلك المعلومات لن تتوفر إلا بالتحليل الكيميائي الدقيق للغذاء وعليه فإن شركات إنتاج الأغذية بدأت في المنافسة في منتجاتها لكي تفي بمتطلبات المستهلكين.

وتجدر الإشارة إلى أن هناك عوامل عديدة تؤثر على قيمة النتائج المتحصل عليها لذا فإن هناك اعتبارات خاصة بكل طريقة تحليل مثل درجة تخصصها، ودقتها، وحساسيتها، بالإضافة لدرجة التأكد من صحة النتائج.

لذا فإن هذا الكتاب يخرج ليسد فجوة في الكتاب الدراسي والمرجعية في مجال تحليل الأغذية لطلاب أقسام علوم الأغذية والتغذية والأقسام الأخرى ذات العلاقة وعموم العاملين في مجال صناعة الأغذية والمختبرات. أتمنى أن يكون هذا الكتاب إثراء للمكتبة العربية في مجال تحليل الأغذية.

والله من وراء القصد.

المؤلفان

قائمة المختصرات المعتمدة

الاختصار	الاسم الانجليزي	الاسم العربي
AACC	American Association of Cereal Chemists	الجمعية الأمريكية لكيمائي الحبوب
AAS	Atomic Absorption Spectroscopy	قياس طيف الامتصاص الذري
AC	Alternating Current	تيار متغير
ADP	Adinosine-5-diphosphate	أدينوسين ثنائي الفوسفات
AES	Atomic Emission Spectroscopy	قياس طيف الانبعاث الذري
AOAC	Association of Official Analytical Chemists	الجمعية الرسمية للمحللين الكيميائيين
AOCS	American Oil Chemists Society	الجمعية الأمريكية لكيميائي الزيوت
ATP	Adenosine-5-triphosphate	أدينوسين ثلاثي الفوسفات
BHA	Butylated Hydroxyanisole	ببتيلاتيد هيدروكسى انبسول
BHT	Butylated Hydroxytolune	بيتيلاتيد هيدروكسي تولولين
CI	Chemical Ionization	التأين الكيميائي
CI	Confidence interval	مستوى الثقة
CV	Coefficient of Variance	معامل التباين
DE	Degree of estrification	درجة الأسترة
ECD	Electron capture detector	كشاف مسك الإلكترونات

الاختصار	الاسم الانجليزي	الاسم العربي
EIA	Enzyme immunoassay	التحليل المناعي الإنزيمي
ELISA	Enzyme Linked Immunosorbent Assay	التحليل بربط الإنزيم بالامتصاص المناعي
ERH	Equilibrium Relative Humidity	الرطوبة النسبية المتزنة
FAME	Fatty Acids Methyl Esters	أسترات ميثيل الأحماض الدهنية
FAO	Food and Agriculture Organization	هيئة الأغذية والزراعة
FDA	Food and Drug Administration	هيئة الأغذية والأدوية
FFA	Free Fatty Acid	الحامض الدهني الحر
FID	Flame Ionization Detector	كشاف التأين باللهب
FSIS	Food Safety and Inspection Service	خدمة سلامة وفحص الأغذية
GC	Gas Chromatography	كروماتو جرافيا الغاز
GC-MS	Gas Chromatography-Mass Spectroscopy	كروماتو جرافيا الغاز –مقياس طيف الكتلة
GLC	Gas Liquid Chromatography	كروماتوجرافيا الغاز–السائل
GMP	Good Manufacturing Practice	الممارسة العملية السليمة
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Points	تحليل مخاطر نقط التحكم الحرجة
HPLC	High Performance Liquid Chromatography	كروماتو جرافيا السائل ذات الأداء العالي
IAs	Immunoassay	التحليلات المناعية
IFT	Institute of Food Technology	معهد تكنولوجيا الاغذية
IR	Infrared	الأشعة تحت الحمراء

الاختصار	الاسم الانجليزي	الاسم العربي
ISA	Ionic Strength Adjuster	ضابط القوة الأيونية
ISE	Ion Selective Electrode	الكترود انتقائى للأيونات
ISO	International Standardization Organization	المنظمة الدولية للتقييس
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives	اللجنة المشتركة لمنظمة الزراعة والأغذية ومنظمة الصحة العالمية للمضافات
KFR	Karl Fisher Reagent	دليل كارل فيشر
KHP	Potassium Acid Phthalate	فثلات البوتاسيوم الحامضية
mEq	Mill equivalent	ملليمكافئات
MHz	Mega Hertz	ميجاهيرتز
MS	Mass Spectroscopy	مطياف الكتلة
MW	Molecular Weight	الوزن الجزيئى
NMR	Nuclear Magnetic Resonance	التأرجح النووي المغناطيسي
SOI	Oil Stability Index	معامل ثبات الزيت
PAGE	Polacrylamide Gel Electrophoresis	الكتروفوريسس جل البولي أكريلاميد
pI	Isoelectric Point	نقطة التعادل الكهربي
ppb	Parts Per Billion	جزء من البليون
ppm	Parts Per Million	جزء من المليون
ppt	Parts Per Trillion	جزء من التريليون
RI	Refractive Index	معامل الانكسار
RIA	Radioimmunoassay	التحليل المناعي الإشعاعي

الاختصار	الاسم الانجليزي	الاسم العربي
SD	Standard Deviation	الانحراف المعياري
SDS	Sodium Dodecyl Sulphate	كبريتات دوديسيل الصوديوم
SE	Standard Error	الخطأ القياسي
SEC	Size Exclusion Chromatography	كروماتوجرافيا الإقصاء الحجمي
SEF	Solid Non Fat	المواد الصلبة اللادهنية
TBA	Thiobarbutric Acid	حامض الثيوباربيتيوريك
TLC	Thin Layer Chromatography	كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة
TMC	Trimethylsillyl	ثلاثى ميثيل السلايل
TS	Total Solids	المواد الصلبة الكلية
TSS	Total Soluble Solids	المواد الصلبة الذائبة الكلية
USDA	United States Department of Agriculture	إدارة الزراعة الأمريكية
UV	Ultra Violet	الأشعة فوق البنفسجية
Vis	Visible	الأشعة المرئية
wwb	Wet Weight Basis	على أساس الوزن الرطب
AOM	Active Oxygen Method	طريقة الأكسجين النشط
ASE	Accelerated Solvent Extraction	الاستخلاص المتسرع بالمذيب
BCA	Bicinchoninic Acid	حامض البسنكوننك
BOD	Biochemical Demand	متطلبات الأكسجين الكيميو حيوي
BSA	Bovine Serum Albumin	مصالات الالبومين البقري
COD	Chemical Oxygen Demand	مطلبات الاكسجين الكيميائية
C-PER	Calculated protein efficiency ratio	نسبة كفاءة البروتين

الاختصار	الاسم الانجليزي	الاسم العربي
dwb	Dry weight basis	على أساس الوزن الجاف
EDTA	Ethlylenediaminetetraacetic Acid	الاثلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخليك
EEC	European Economic Community	المجموعة الاقتصادية الأوروبية
FCC	Food Chemical Codex	مخطوطة كيماويات الأغذية
FPD	Flame Photometric Detector	كشاف اللهب الضوئي
IU	International Unit	وحدة دولية
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry	الإتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية
LC	Liquid Chromatography	الكروماتوجرافيا السائلة
LC-MS	Liquid Chromatography Mass Spectroscopy	الكروماتوجرافيا السائلة- مطياف الكتلة
NIR	Near Infra Red	الأشعة تحت الحمراء القريبة

المحتويات

المقدمة ..... هـ

قائمة المختصرات المعتمدة ..... ز

الفصل الأول

الطرق الإحصائية لتقييم البيانات التحليلية

(١,١) مدخل ١

(١,٢) تنظيم البيانات وتمثيلها بيانياً ١

(١,٣) مقياس النزعة المركزية ٢

(١,٤) المتوسط الحسابي ٢

(١,٥) الوسيط ٣

(١,٦) مستوى الثقة في التحليل ٤

(١,٧) التخصصية ٤

(١,٨) الدقة والتوافق ٥

(١,٩) الحساسية ١٧

(١,١٠) توفيق المنحنيات: الانحدار الخطي ١٨

(١,١١) الانحدار الخطي ١٨

(١,١٢) معامل الارتباط ٢١

(١,١٣) كتابة التقرير ٢٣
(١,١٤) الأرقام المعنوية ٢٣
(١,١٥) تقريب الأعداد ٢٤

الفصل الثاني

نظم سحب العينات وإعداد العينة لغرض التحليل

(٢,١) مقدمة ٢٧
(٢,٢) انتقاء طريقة سحب العينات ٢٧
(٢,٣) تعاريف الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية في مجال العينات ٢٩
(٢,٤) خطط أخذ العينات ٣٠
(٢,٥) خطط أخذ العينات بالصفات أو بالمتغيرات ٣٢
(٢,٦) مخاطر أخذ العينات ٣٤
(٢,٧) طرق أخذ العينات ٣٥
(٢,٧,١) المجتمعات المتجانسة وغير المتجانسة ٣٥
(٢,٧,٢) الطريقة اليدوية ٣٦
(أ) السارق ٣٦
(ب) المحاول ٣٨
(جـ) أنبوبة سحب العينات ٣٨
(د) بريمة أخذ العينات ٣٨
(هـ) سكين أخذ العينات (القاطع) ٣٨
(و) آلة الحفر ٣٨
(٢,٧,٣) الطريقة المستمرة ٣٩

(أ) المجزئ الأخدودي ٣٩
(ب) ساحب العينات الدائري ٣٩
(جـ) ساحب الخط المستقيم ٤٠
(٢,٧,٤) اعتبارات إحصائية ٤١
(أ) أخذ العينات عند عدم تساوي الاحتمالية ٤١
(ب) الطريقة الاجتهادية ٤١
(جـ) الطريقة الملائمة لأخذ العينات ٤٢
(د) طريقة أخذ العينات المقيدة ٤٢
(هـ) طريقة الكوتا ٤٢
(و) أخذ العينات عند تساوي الاحتمالية ٤٢
(٢,٧,٥) أخذ العينات بطريقة عشوائية ٤٢
(أ) المعاينة العشوائية البسيطة ٤٢
(ب) الطريقة العشوائية النظامية ٤٣
(جـ) الطريقة العشوائية الطبقية ٤٣
(د) العينة العشوائية العنقودية ٤٣
(هـ) الطريقة المركبة لأخذ العينات ٤٤
(٢,٨) إعداد العينات للتحليل ٤٤
(٢,٨,١) تصغير الحجم ٤٤
(٢,٩) حفظ العينة ٤٩
(٢,٩,١) تثبيط نشاط الإنزيمات ٥٠
(٢,٩,٢) التغيرات الكيماوية والفيزيوكيماوية ٥٠

(٢,٩,٣) التلوث الميكروبي ٥٠

الفصل الثالث

طرق قياس تركيز أيون الهيدروجين pH والحموضة المعايرة

(٣,١) مقدمة ٥٣
(٣,٢) حسابات تفاعلات التعادل ٥٤
(٣,٣) تفاعلات الحموضة والقلوية ٥٦
(٣,٤) تفاعلات الأكسدة / الاختزال ٥٦
(٣,٥) معادلات التعادل والتخفيف ٥٨
(٣,٦) توازن الحامض والقلوي ٥٩
(٣,٧) حساب الـ pH للكولا ٦١
(٣,٨) pH ٦١
(٣,٩) جهاز قياس الرقم الهيدروجيني ٦٣
(٣,٩,١) القواعد العامة لجهاز قياس الـ pH ٦٤
(٣,٩,٢) القطب المرجعي ٦٦
(٣,٩,٣) قطب الكالوميل المشبع ٦٦
(٣,٩,٤) القطب الكاشف ٦٨
(٣,٩,٥) تصميم القطب الزجاجي ٦٩
(٣,٩,٦) الأقطاب المدمجة ٦٩
(٣,٩,٧) إرشادات لاستخدام جهاز قياس الـ pH ٧٠
(٣,١٠) الحموضة المعايرة ٧١
(٣,١١) القدرة التنظيمية ٧١

(٣,١٢) المعايرة بقياس فرق الجهد..... ٧٥
(٣,١٣) الأدلة..... ٧٦
(٣,١٤) تحضير الكواشف..... ٧٨
(٣,١٤,١) القلوي القياسي..... ٧٨
(٣,١٤,٢) الحامض القياسي ٧٨
(٣,١٥) تحليل العينة ٧٩
(٣,١٦) محتوى الأغذية من الأحماض..... ٨٠

الفصل الرابع

تقدير الرطوبة والمواد الصلبة

(٤,١) **مقدمة** ٨٣
(٤,٢) خواص الماء في الأغذية ٨٤
(٤,٣) تحضير العينة ٨٧
(٤,٤) طرق تقدير الرطوبة ٨٨
(٤,٤,١) طرق التجفيف ٨٨
(أ) الأفران العادية..... ٩٠
(ب) أفران تحت التفريغ ٩٠
(جـ) أفران الميكروويف ٩٠
(د) الأشعة تحت الحمراء ٩٠
الاعتبارات التي يجب مراعاتها عند تقدير الرطوبة بطرق التجفيف..... ٩١
١- تحلل مكونات الغذاء الأخرى ٩١
٢- حجم العينة..... ٩١

٣- تجنب تكوين قشرة صلبة ٩٢
٤- الأطباق..... ٩٢
٥- العينات عالية الرطوبة..... ٩٢
٦- نوع الماء..... ٩٢
٧- المواد الطيارة ٩٢
٨- السكريات ٩٣
(٤,٤,٢) طرق التقطير ٩٣
(٤,٤,٣) طرق التفاعل الكيميائي ٩٥
(أ) طريقة كارل فيشر ٩٥
(ب) طريقة إنتاج الغاز ٩٦
(٤,٤,٤) الطرق الفيزيائية..... ٩٦
(أ) طريقة الثابت الكهربي ٩٧
(ب) قياس معامل التوصيل الكهربي ٩٧
(جـ) طرق تقدير الكثافة ٩٨
(د) طريقة الرفراكتوميتر..... ٩٨

الفصل الخامس

تحليل الرماد والعناصر المعدنية

(٥,١) مقدمة..... ١٠١
(٥,٢) تقدير محتوى الرماد..... ١٠٢
(٥,٢,١) إعداد العينة للتحليل ١٠٢
(٥,٢,٢) الترميد الجاف ١٠٣

(٥,٢,٣) الترميد الرطب ١٠٥
(٥,٢,٤) طريقة البلازما لتقدير الرماد على درجات حرارة منخفضة..... ١٠٦
(٥,٢,٥) طريقة الحرق بالميكروويف ١٠٧
(٥,٣) تقدير الرماد القابل للذوبان وغير القابل للذوبان..... ١٠٧
(٥,٤) الرماد غير الذائب في الأحماض ١٠٧
(٥,٥) قلوية الرماد..... ١٠٨
(٥,٦) مقارنة بين طرق الترميد المختلفة..... ١٠٨
(٥,٧) تحليل العناصر المعدنية..... ١٠٨
(٥,٧,١) تقدير العناصر المعدنية باستخدام جهاز قياس طيف الامتصاص
الذري أو جهاز طيف الانبعاث..... ١٠٩
(٥,٧,٢) تقدير العناصر المعدنية بتفاعلات الأكسدة والاختزال ١١٢
(٥,٧,٣) طريقة المعايرة بالترسيب..... ١١٤
(٥,٧,٤) الطرق اللونية لتقدير العناصر المعدنية..... ١١٤
(٥,٧,٥) تقدير العناصر بالإلكترودات الاختيارية للأيونات ١١٥

الفصل السادس

تحليل الكربوهيدرات

(٦,١) مقدمة..... ١١٩
(٦,٢) تصنيف الكربوهيدرات ١٢٠
(٦,٢,١) السكريات الأحادية ١٢٠
(٦,٢,٢) السكريات قليلة التسكر ١٢٠
(٦,٢,٣) السكريات عديدة التسكر..... ١٢٠

(٦,٣) تجهيز العينة ١٢٤
(٦,٤) استخلاص وتنقية المركبات الكربوهيدراتية ١٢٦
(٦,٥) طرق تقدير الكربوهيدرات ١٢٨
(٦,٥,١) الطرق الكيميائية ١٢٨
(٦,٥,٢) طرق المعايرة ١٢٩
(٦,٥,٣) الطرق الوزنية ١٣٠
(٦,٥,٤) الطرق اللونية ١٣٠
(أ) طريقة انثرون ١٣٠
(ب) طريقة الفينول – حمض الكبريتيك ١٣١
(٦,٥,٥) الطرق الإنزيمية ١٣١
(أ) الجلوكوز – الفركتوز ١٣٢
(ب) المالتوز – السكروز ١٣٢
(٦,٥,٦) الطرق الطبيعية ١٣٣
(أ) الاستقطاب (البولاريميتر) ١٣٣
(ب) معامل الانكسار ١٣٤
(جـ) الكثافة ١٣٤
(د) الأشعة تحت الحمراء ١٣٥
(٦,٥,٧) طريقة الإنزيمات المثبتة ١٣٥
(٦,٥,٨) طريقة التحليل المتخصصة للسكريات الأحادية وسكريات
الأوليجو ١٣٦
(أ) كروماتوجرافيا السائل ذات الضغط العالي ١٣٦

١- الأطوار (الأوساط) الثابتة ١٣٦
٢- كروماتوجرافيا الطور العادي ١٣٧
٣- كروماتوجرافيا التبادل الكاتيوني ١٣٨
٤- كروماتوجرافيا الطور العاكس ١٣٨
(ب) تحليل السكريات بكروماتوجرافيا الغاز ١٣٩
(٦,٥,٩) تحليل السكريات العديدة والألياف الغذائية ١٤٠
(أ) تحليل النشا ١٤١
١- تجهيز العينة ١٤٢
٢- طرق التحليل ١٤٣
٣- قياس درجة جلتنة النشا ١٤٤
(ب) المركبات غير النشوية كالصموغ والمركبات الغروية ١٤٤

الفصل السابع

الألياف الغذائية

(٧,١) مقدمة ١٤٧
(٧,٢) المركبات الرئيسية للألياف الغذائية ١٤٨
(٧,٢,١) السكريات المتعددة لجدار الخلية ١٤٨
(٧,٢,٢) السكريات المتعددة عبر جدار الخلايا ١٤٨
(٧,٢,٣) اللجنين ١٤٩
(٧,٣) الإجراءات الشائعة في تجهيز وتحليل العينة ١٤٩
(٧,٤) الطرق الوزنية ١٥٠
(٧,٤,١) طريقة الألياف الخام ١٥٠

(٧,٤,٢) طريقة الألياف الكلية الذائبة وغير الذائبة ١٥١
(٧,٥) الطرق الكيميائية ١٥١
(٧,٥,١) طريقة انجلست كمنجز ١٥٢

الفصل الثامن

تحليل الليبيدات

(٨,١) مقدمة..... ١٥٣
(٨,٢) اختيار وحفظ العينة ١٥٤
(٨,٣) تجهيز العينة ١٥٤
(٨,٣,١) معاملات ما قبل الاستخلاص..... ١٥٤
(أ) التجفيف ١٥٤
(ب) حجم الجزئيات ١٥٥
(جـ) التحليل الحامضي ١٥٥
(د) اختيار المذيب ١٥٥
(٨,٣,٢) الاستخلاص بالمذيب بشكل دفعات..... ١٥٦
(٨,٣,٣) طرق الاستخلاص بالمذيب بشكل مستمر ١٥٧
(٨,٣,٤) الاستخلاص بالمذيب بشكل متقطع ١٥٨
(أ) طريقة سوكسلت المثال الشائع للطريقة المتقطعة..... ١٥٨
(٨,٣,٥) الاستخلاص بالهضم..... ١٦٠
(٨,٣,٦) الاستخلاص بالمذيب بشكل سريع ١٦١
(٨,٣,٧) الاستخلاص بواسطة سائل تحت الظروف فوق الحرجة ١٦١
(٨,٣,٨) طرق الاستخلاص بغير المذيبات السائلة..... ١٦٢

(أ) طريقة بابكوك ١٦٢
(ب) طريقة جربر ١٦٤
(جـ) طريقة المنظفات ١٦٤
(د) الطرق الآلية ١٦٤
أولاً: قياس الخصائص الطبيعية ١٦٥
ثانياً: الموجات فوق الصوتية ١٦٥
(٨,٣,٩) قياس ادمصاص الأشعة ١٦٥
(أ) الأشعة المرئية - فوق البنفسجية ١٦٥
(ب) الأشعة تحت الحمراء ١٦٦
(جـ) الرنين المغناطيسي النووي ١٦٦
(د) امتصاص الأشعة السينية ١٦٦
(٨,٣,١٠) قياس تبعثر الأشعة ١٦٦
(أ) تبعثر الضوء ١٦٦
(ب) تبعثر فوق الصوتي ١٦٦
(٨,٤) مقارنة الطرق ١٦٧
(٨,٥) تقدير تركيب الليبيد ١٦٨
(٨,٥,١) المقدمة ١٦٨
(٨,٥,٢) تجهيز العينة ١٦٩
(٨,٥,٣) الفصل والتحليل بواسطة الكروماتوجرافيا ١٧٠
(٨,٥,٤) فصل الليبيدات بواسطة TLC ١٧١
(٨,٥,٥) استرات ميثيل الحمض الدهني بواسطة GC ١٧١

(٨,٥,٦) الطرق الكيميائية ١٧٢
الخواص الكيموفيزيائية ١٧٢
(أ) معامل الانكسار ١٧٢
(ب) رقم التصبن ١٧٣
(جـ) الأحماض الدهنية الحرة والرقم الحمضي ١٧٤
(د) الرقم اليودي ١٧٥
(هـ) رقم البروكسيد ١٧٧
(و) قيمة الأنسيدين والأكسدة الكلسية ١٧٨
(ز) اختيار حامض الثيوباربتيوريك ١٧٩

الفصل التاسع

تحليل البروتينات

(٩,١) مقدمة ١٨١
(٩,٢) أهمية التحليل ١٨٢
(٩,٣) تقدير تركيز البروتين الكلي ١٨٣
(٩,٣,١) طريقة كلداهل ١٨٤
(أ) المبادئ ١٨٤
(ب) الهضم ١٨٥
(جـ) التقطير (المعادلة) ١٨٥
(د) المعايرة ١٨٦
(هـ) معامل التحويل ١٨٦
(و) المميزات والعيوب ١٨٧

(٩,٣,٢) طريقة دوماس المحسنة ١٨٧
(أ) المبادئ الرئيسية..... ١٨٨
(ب) المميزات والعيوب ١٨٨
(٩,٣,٣) طرق استعمال الطيف المرئي - فوق البنفسجي ١٨٩
(٩,٣,٤) القياسي المباشر عند موجة ضوئية طولها ٢٨٠ نانومتر..... ١٨٩
(٩,٣,٥) طريقة بيوريت ١٩٠
(٩,٣,٦) طريقة لوري ١٩٠
(٩,٣,٧) طرق الارتباط بالصبغة..... ١٩١
(٩,٣,٨) طريقة قياس العكارة ١٩١
(أ) المميزات والعيوب..... ١٩١
(٩,٣,٩) التقنيات الآلية الأخرى..... ١٩٢
(أ) المبادئ ١٩٢
١ - مقياس الخواص الطبيعية الكلية ١٩٢
٢ - مقياس الأشعة الممتصة..... ١٩٣
٣- مقياس تبعثر الأشعة ١٩٣
(ب) المميزات والعيوب ١٩٤
(٩,٣,١٠) مقارنة الطرق..... ١٩٤
(٩,٤) فصل وتمثيل البروتين..... ١٩٦
(٩,٥) طرق تعتمد على صفات القابلية للذوبان المختلفة..... ١٩٧
(٩,٦) الترسيب بالأملاح ١٩٧
(٩,٧) الترسيب عند نقطة التعادل الكهربائي ١٩٨

(٩,٨) فصل البروتينات بالمذيبات ١٩٨
(٩,٩) الدنترة بالبروتينات الملوثة ١٩٩
(٩,١٠) الفصل بسبب خصائص الادمصاص المختلفة ١٩٩
(٩,١١) تحليل الأحماض الأمينية ٢٠٠
(٩,١١,١) كروماتوجرافي التبادل الأيوني ٢٠٠
(٩,١١,٢) كروماتوجرافيا الألفة ٢٠١
(٩,١٢) فصل البروتينات متباينة الأحجام ٢٠١
(٩,١٢,١) الديلسة ٢٠٢
(٩,١٢,٢) كروماتوجرافيا الفصل بالإقصاء الحجمي ٢٠٢
(٩,١٢,٣) فصل البروتينات بالهجرة في المجال الكهربائي ٢٠٣
(أ) إلكتروفوريسيس الدنترة ٢٠٣
(ب) فصل البروتينات عند نقطة تعادلها الكهربي ٢٠٥
(٩,١٣) تحليل الأحماض الأمينية ٢٠٦

الفصل العاشر

التحليل الطيفي

(١٠,١) مقدمة ٢٠٧
(١٠,٢) الضوء ٢٠٨
(١٠,٢,١) خصائص الضوء ٢٠٨
(١٠,٣) حالات الطاقة للمادة ٢١٣
(١٠,٣,١) الطبيعة الكمية للمادة ٢١٣
(١٠,٤) مستويات الطاقة الالكترونية والاهتزازية والدورانية ٢١٤

(١٠,٥) انتقالات مستويات الطاقة في التحليل الطيفي ٢١٧
(١٠,٥,١) امتصاص الأشعة ٢١٧
(١٠,٥,٢) انبعاث الأشعة ٢٢١

الفصل الحادي عشر

طرق التحليل الطيفي في المجال فوق البنفسجي والمرئي

(١١,١) مقدمة ٢٢٥
(١١,٢) طرق الامتصاص الطيفي في الـ (Uv-Vis) ٢٢٦
(١١,٢,١) أساسيات طرق الامتصاص الطيفي ٢٢٦
(١١,٣) الحيود عن قانون بيير ٢٣٣
(١١,٤) منحنى المعايرة القياسية ٢٣٨
(١١,٥) تأثير الخطأ غير المميز للأجهزة على قراءات الامتصاصية ٢٤١
(١١,٦) أجهزة الطيف الضوئي ٢٤٢
(١١,٦,١) تصميم الجهاز ٢٤٨
(١١,٦,٢) النظام آحادي الحزمة ٢٤٩
(١١,٦,٣) النظام ثنائي الحزمة ٢٤٩

الفصل الثاني عشر

الاستطياف الامتصاصي الذري والانبعاثي الذري

(١٢,١) مقدمة ٢٥٣
(١٢,٢) الأساس العلمي ٢٥٣
(١٢,٣) منشأ الطيف الذري ٢٥٤
(١٢,٤) التذرية (فصل العنصر إلى ذراته) ٢٥٦

(١٢,٥) استطياف الامتصاص الذري ٢٥٨
(١٢,٦) مبادئ الاستطياف الامتصاصي الذري بواسطة اللهب ٢٥٨
(١٢,٧) التركيب العام لأجهزة استطياف الامتصاص الذري ٢٦١
١- مصدر الإشعاع ٢٦٣
٢- المذرة ٢٦٤
٣- مفردة الضوء ٢٦٥
٤- الكاشف/ القارئة ٢٦٥
(١٢,٨) تطبيقات استطياف الامتصاص الذري ٢٦٦
١- الاستخدامات ٢٦٦
٢- اعتبارات عملية ٢٦٧
٣- المحاليل القياسية ٢٦٧
٤- الزجاجيات والبواتق ٢٦٧
(١٢,٩) طريقة التقدير ٢٦٧
(١٢,١٠) المعايرة ٢٦٨
(١٢,١١) التداخلات ٢٧٠

الفصل الثالث عشر

طرق الفصل الكروماتوجرافي

(١٣,١) مقدمة ٢٧١
(١٣,٢) مصطلحات وتعاريف ٢٧١
(١٣,٣) الاستخلاص ٢٧٢
(١٣,٣,١) الاستخلاص بطريقة الدفعات ٢٧٢

(١٣,٣,٢) طريقة الاستخلاص المستمر ٢٧٣
(١٣,٣,٣) الاستخلاص بطريقة التيار المعاكس ٢٧٣
(١٣,٤) مصطلحات عامة ٢٧٣
(١٣,٥) طرق التحليل الكروماتوجرافي ٢٧٤
(١٣,٥,١) التحليل الكروماتوجرافي في الطور السائل ٢٧٤
(١٣,٥,٢) كروماتوجرافيا الادمصاص ٢٧٤
(١٣,٥,٢,١) خطوات التحليل ٢٧٥
١- انتخاب المادة الحاملة الملائمة ٢٧٥
٢- تجهيز عمود الفصل ٢٧٥
٣- المذيب ٢٧٥
٤- الفصل ٢٧٥
٥- الإظهار ٢٧٧
٦- التعرف على المواد ٢٧٧
(١٣,٥,٣) كروماتوجرافيا التبادل الأيوني ٢٧٨
١- مواد تبادل كاتيونية قوية (شديدة الحموضة) ٢٧٩
٢- مجموعة السلفونيك ٢٨٠
٣- مواد تبادل أنيونية قوية (شديدة القلوية) ٢٨٠
٤- مواد تبادل أنيونية متوسطة (قلوية) ٢٨٠
(١٣,٥,٤) الكروماتوجرافيا الجيلية ٢٨٠
(١٣,٥,٥) كروماتوجرافيا الألفة ٢٨٢
(١٣,٥,٦) كروماتوجرافيا الفصل التجزيئي ٢٨٤

(١٣,٥,٧) التحليل الكروماتوجرافي بالورق ٢٨٤
١ - الأدوات والأجهزة التي تستخدم في التحليل الكروماتوجرافي على الورقة ٢٨٥
٢ - التقدير الكمي للمواد المنفصلة على الكروماتوجرام ٢٨٦
(١٣,٥,٨) التحليل الكروماتوجرافي بالطبقة الرقيقة ٢٨٧
(أ) طريقة العمل ٢٨٨
١ - إعداد الألواح ٢٨٨
٢ - إضافة العينة ٢٨٨
٣ - الإظهار ٢٨٨
٤ - التقدير الوصفي والكمي ٢٨٨
(١٣,٥,٩) التحليل الكروماتوجرافي التجزيئي عن طريق الأعمدة ٢٨٨
١ - التحليل النوعي ٢٩٠
٢ - كفاءة العمود الكروماتوجرافي ٢٩١
٣ - التحليل الكمي ٢٩٣
٤ - ارتفاع القمة مقابل مساحة القمة ٢٩٣
٥ - القياس الخارجي مقابل الداخلي ٢٩٥
(١٣,٥,١٠) الكروماتوجرافيا الغازية ٢٩٧
١ - نظام حقن العينة ٢٩٨
٢ - أعمدة الفصل ٢٩٨
٣ - الغاز الحامل ٣٠٠
٤ - وحدة التسخين ٣٠٠
٥ - الكاشف ٣٠٠
٦ - كاشف التأين اللهبي ٣٠١

٧- كاشف التوصيل الحراري ٣٠٢
(١٣,٥,١١) الكروماتوجرافيا السائلة ذات الأداء العالي ٣٠٥
المراجع
أولاً: المراجع العربية ٣١١
ثانياً: المراجع الأجنبية ٣١١
ثبت المصطلحات
أولاً: عربي - إنجليزي ٣١٣
ثانياً: إنجليزي - عربي ٣٣٤
كشاف الموضوعات ٣٥٥