

جامعة البصرة/كلية الزراعة / علوم الأغذية

Bioactive Compounds

2026-2025



PhD – 2nd Semester

By: Prof. D. Sawsan Ali AL-Hilifi

Food Chemistry

Extraction the Bioactive Compound

CONTENT

1

Introduction

2

Method of Extraction Bioactive Compound

3

Factors Affecting Extraction Efficiency

4

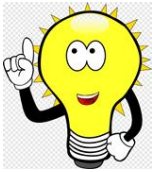
Conventional and Advanced Extraction Methods

5

Separation and Purification Techniques (Chromatography)

Method of Extraction Bioactive Compound

Introduction



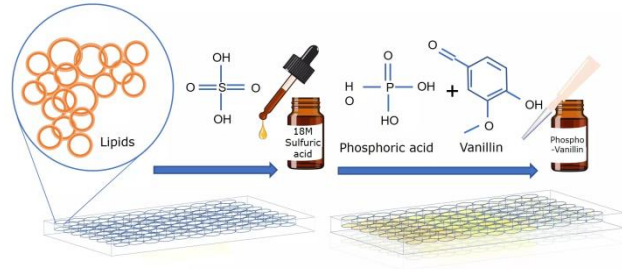
تمثل عملية استخلاص المركبات الفعالة حيويًا خطوة أساسية في الاستفادة من المصادر الطبيعية النباتية والحيوانية والميكروبية

وتعتمد كفاءة الاستخلاص على طبيعة المركب المستهدف من حيث قطبيته، وزنه الجزيئي، واستقراره الحراري، إضافة إلى طبيعة المصدر الحيوي المستخدم

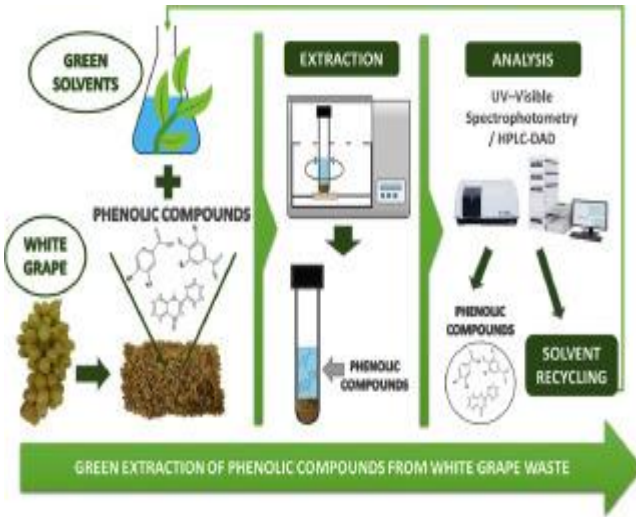
تطورت تقنيات الاستخلاص عبر الزمن من الطرق التقليدية المعتمدة على المذيبات والحرارة إلى تقنيات حديثة تعتمد على مبادئ فيزيائية متقدمة مثل الموجات فوق الصوتية، والميكروويف، والاستخلاص بالسوائل فوق الحرجة.

تتقسم تقنيات استخلاص المركبات الفعالة عموماً إلى طرق تقليدية وأخرى متقدمة، ويعتمد الاختيار بينها على طبيعة المركب، والهدف التطبيقي، والاعتبارات الاقتصادية والبيئية

الطرق التقليدية مثل النقع
سوكسلت ، والتسخين الراجع



Method of Extraction Bioactive Compound



تحضير العينة

الاستخلاص

الفصل والتنقية

التعرف والتوصيف

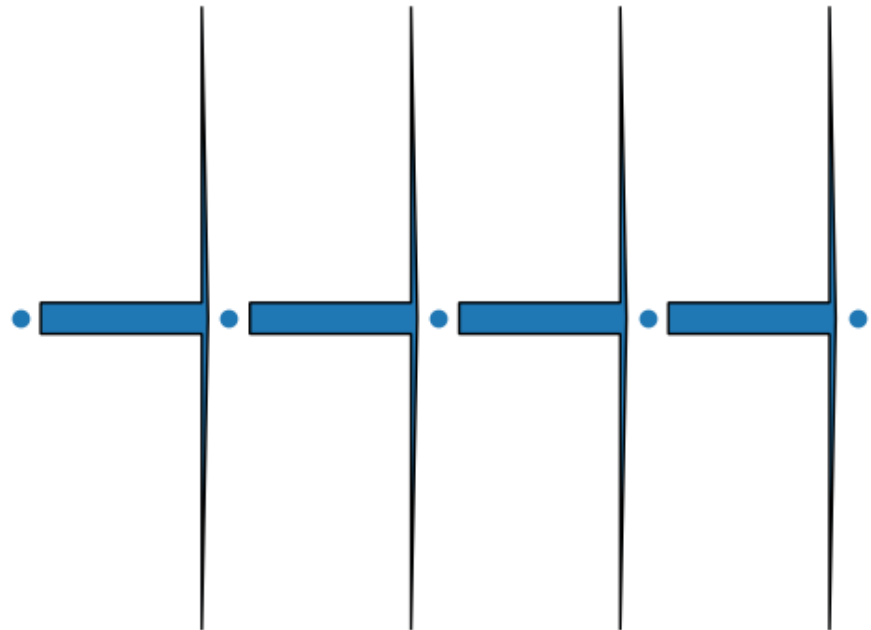
التقدير الكمي والتحقق (التوثيق/التحقق من صحة الطريقة)

Method of Extraction Bioactive Compound

Sample Prep Extraction Separation Identification Quantification

- Sample preparation
- Extraction
- Separation
- Identification
- Quantification

General Workflow for Bioactive Compound Analysis



Method of Extraction Bioactive Compound

Sample Preparation

- Drying (air drying, freeze drying)
- Grinding to increase surface area
- Removal of interfering substances
- Storage conditions to prevent degradation

Conventional Extraction Methods



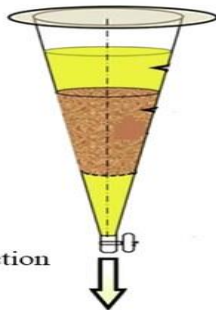
Bioactive compounds extraction

Conventional extraction

Advanced/Modern extraction



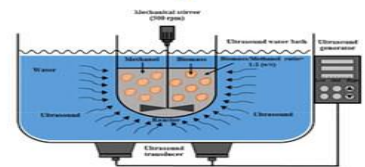
Maceration Extraction



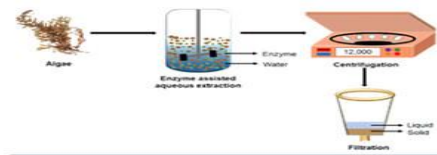
Soxhlet Extraction



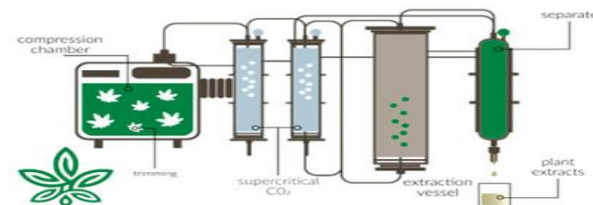
Percolation Extraction



Ultrasound-assisted Extraction



Enzyme-assisted Extraction



Supercritical Extraction

Advanced Extraction Methods



الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية
الاستخلاص بالموجات الدقيقة
الاستخلاص بالمائع فوق الحرج
الاستخلاص بالمذيبات المضغوطة
المزايا: أسرع، وكفاءة استخلاص أعلى

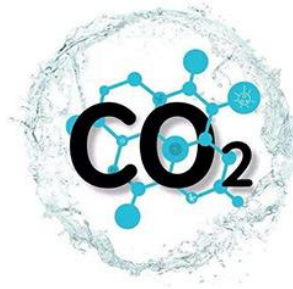
Advanced Extraction Methods

استخلاص بثاني أكسيد الكربون فوق الحرج (Supercritical CO₂ Extraction – SFE)

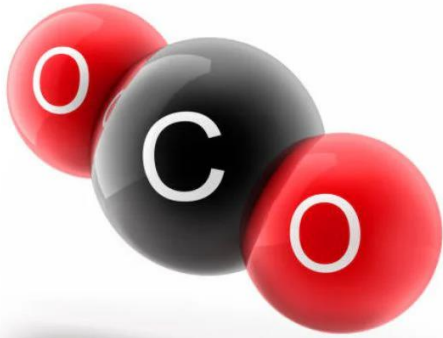
ما معنى فوق الحرج؟

(لكل مادة نقطة تُسمى النقطة الحرجة وهي درجة حرارة وضغط محددان إذا تم تجاوزهما تتحول المادة إلى حالة تُسمى الحالة فوق الحرجة.

* Critical Point)



Advanced Extraction Methods



خصائص CO₂ فوق الحرج

قدرة إذابة مثل السائل

لزوجة منخفضة

غير سام

غير قابل للاشتعال

يمكن إزالته بسهولة بعد الاستخلاص

قدرة انتشار عالية مثل الغاز

Advanced Extraction Methods

أهم التطبيقات

لاستخلاص الزيوت العطرية من النباتات مثل:

اللافندر النعناع

الزعتر

إكليل الجبل

لإزالة الكافيين من:

حبوب القهوة

أوراق الشاي

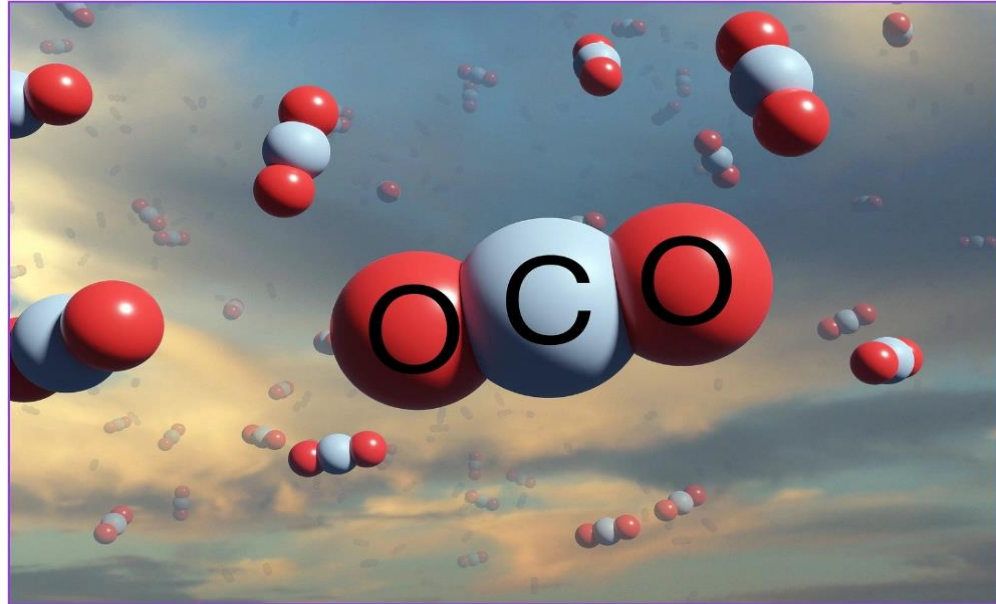
يستخدم لاستخلاص مركبات ذات قيمة حيوية عالية مثل:

البوليفينولات

الفلافونويدات

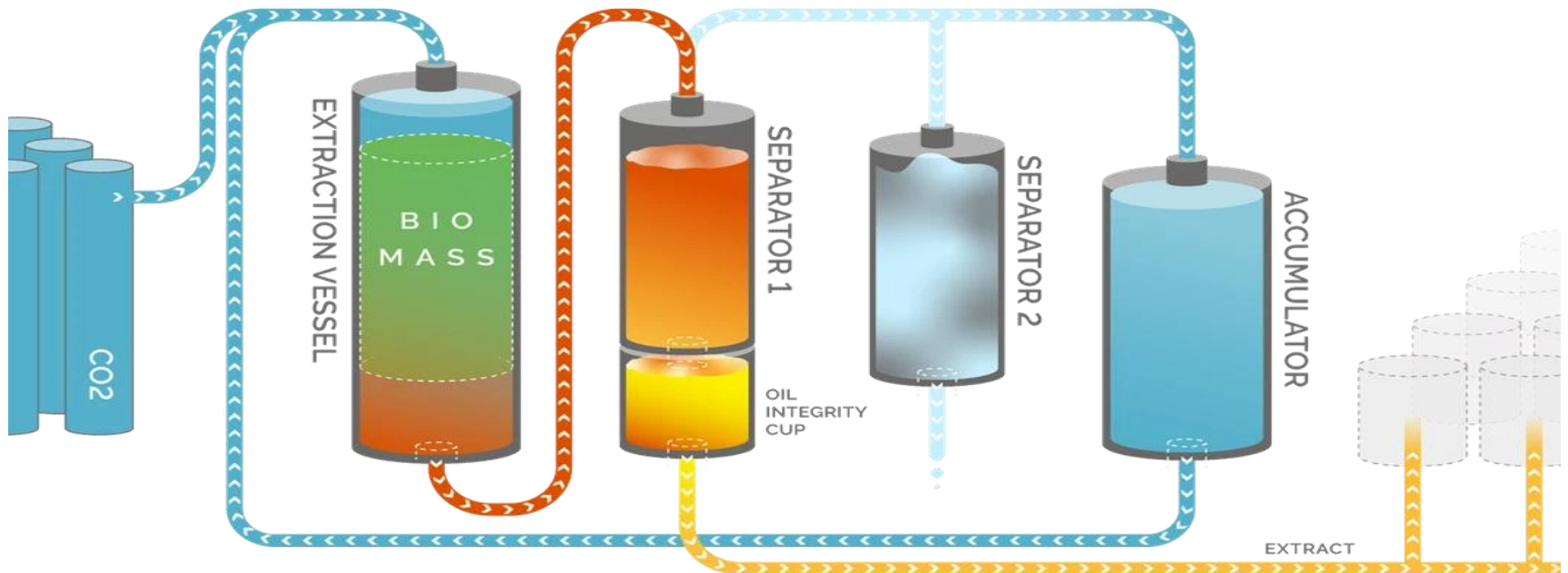
الكاروتينات

الأنثوسيانينات



Advanced Extraction Methods

Supercritical CO2 Extraction:



Factors Affecting Extraction

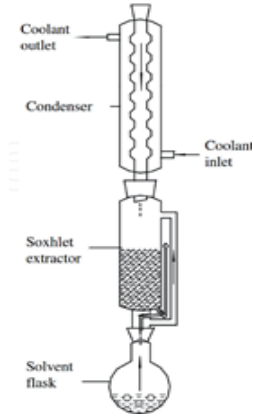
- Solvent polarity
- Temperature
- Extraction time
- Particle size
- Solvent-to-solid ratio



Method of Extraction Bioactive Compound

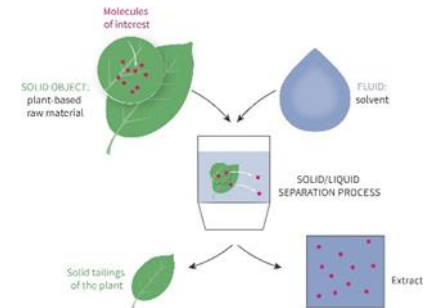
Heated With Extract Solvent

غير مناسب للمركبات الحساسة للحرارة نتيجة التعرض المطول.
توضع العينة في كيس مسامي أو "ثيمبل" مصنوع من ورق ترشيح قوي أو من السليلوز.
يُعد التعرض للمذيبات العضوية السائلة الخطرة والقابلة للاشتعال من أبرز العيوب الملحوظة
في هذه الطريقة.

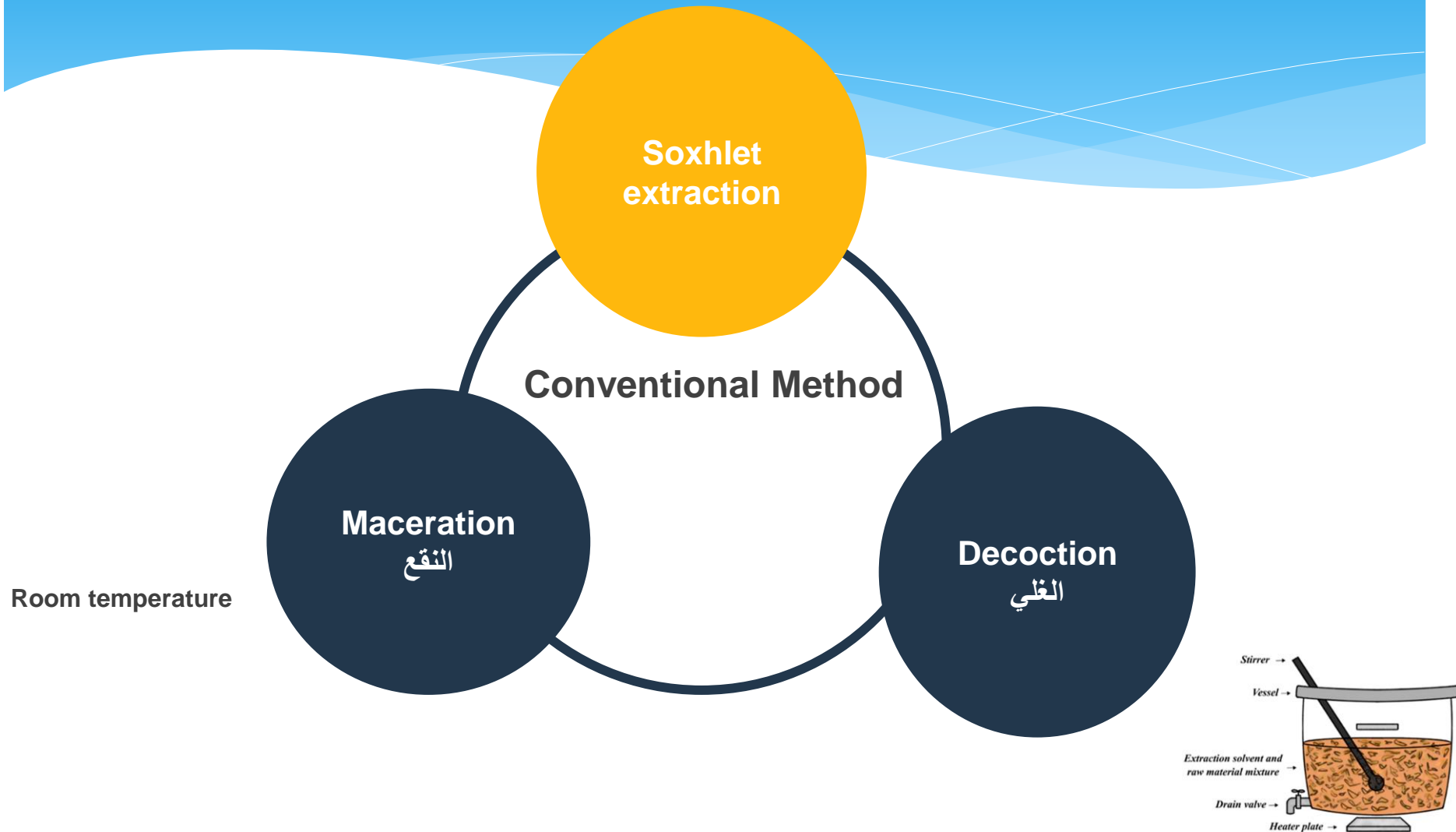


Boiling in Water

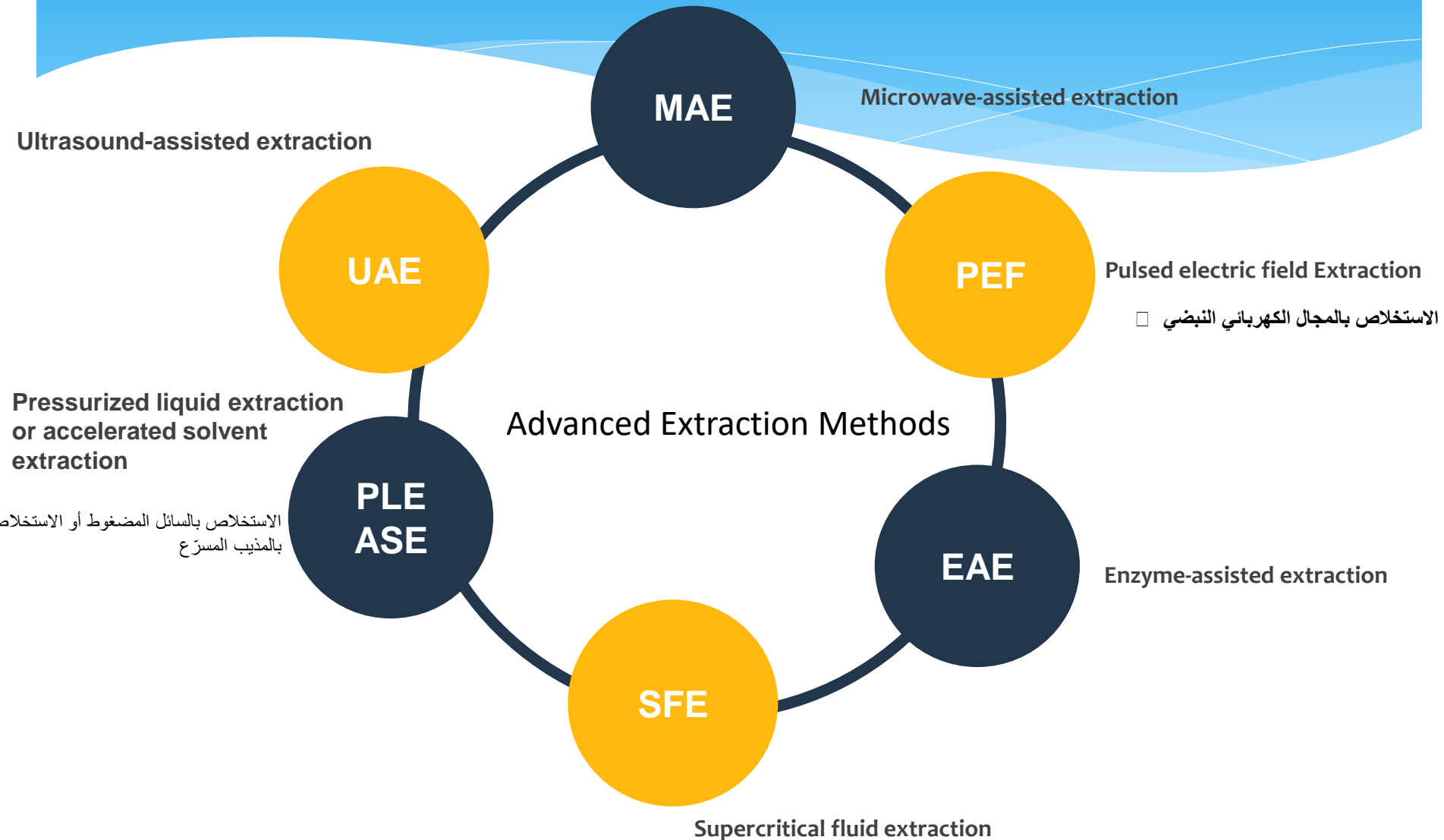
تُعد هذه الطريقة مناسبة لاستخلاص المركبات المستقرة حرارياً.
تُغلى العينة في حجم محدد من الماء لمدة زمنية محددة (من 15 إلى 60
دقيقة). بعد ذلك تُترك لتبرد، ثم تُصَفَّى وتُرشَّح، ويُضاف مقدار كافٍ من الماء
عبر المادة الدوائية للحصول على الحجم النهائي المطلوب.



Method of Extraction Bioactive Compound



Method of Extraction Bioactive Compound



Method of Extraction Bioactive Compound



Microwave-assisted extraction



Ultrasound-assisted extraction



Pressurized liquid extraction or accelerated solvent extraction



Supercritical fluid extraction



Enzyme-assisted extraction



Pulsed electric field Extraction



Turbo-distillation extraction



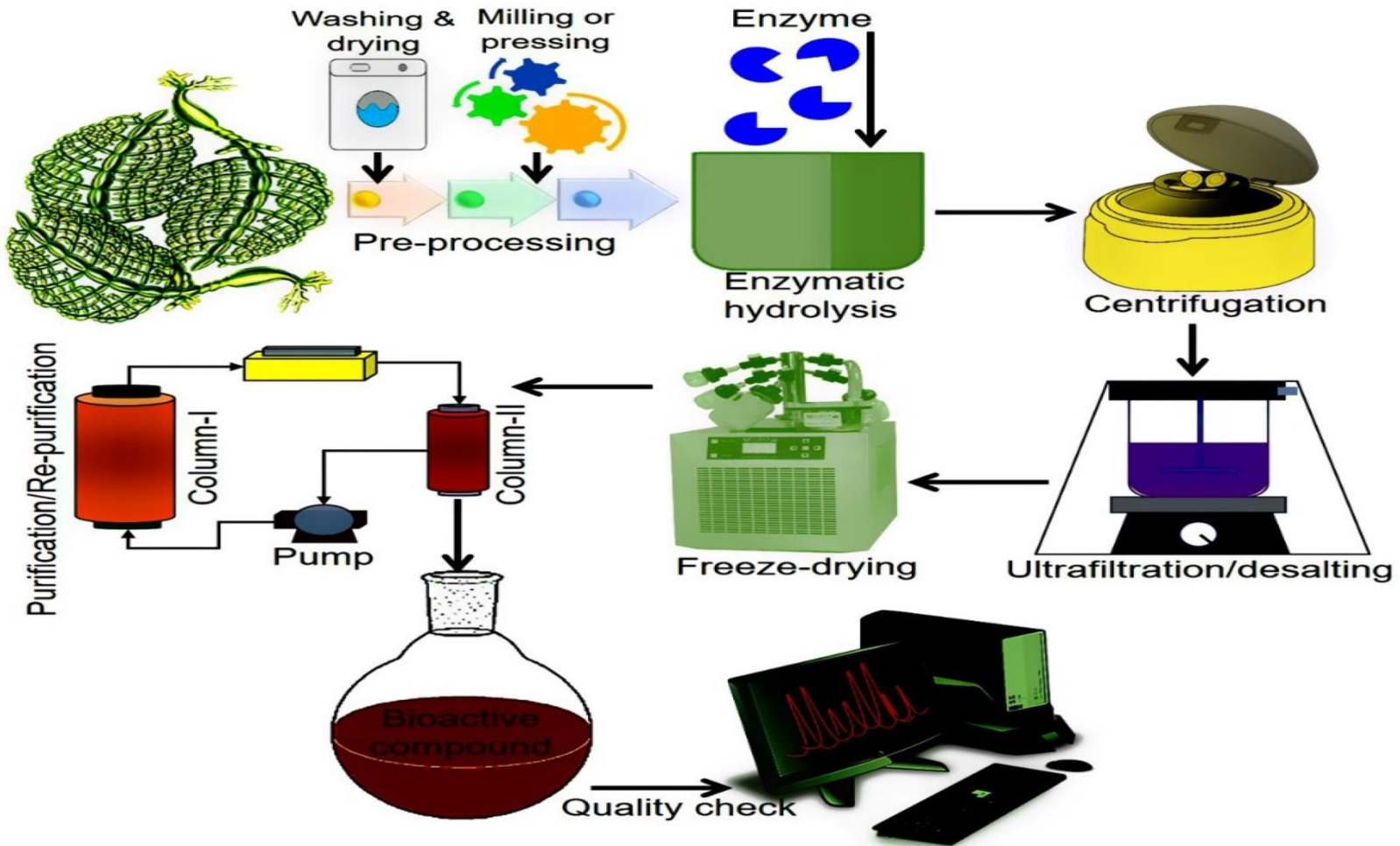
Counter-current extraction



Solid-phase extraction



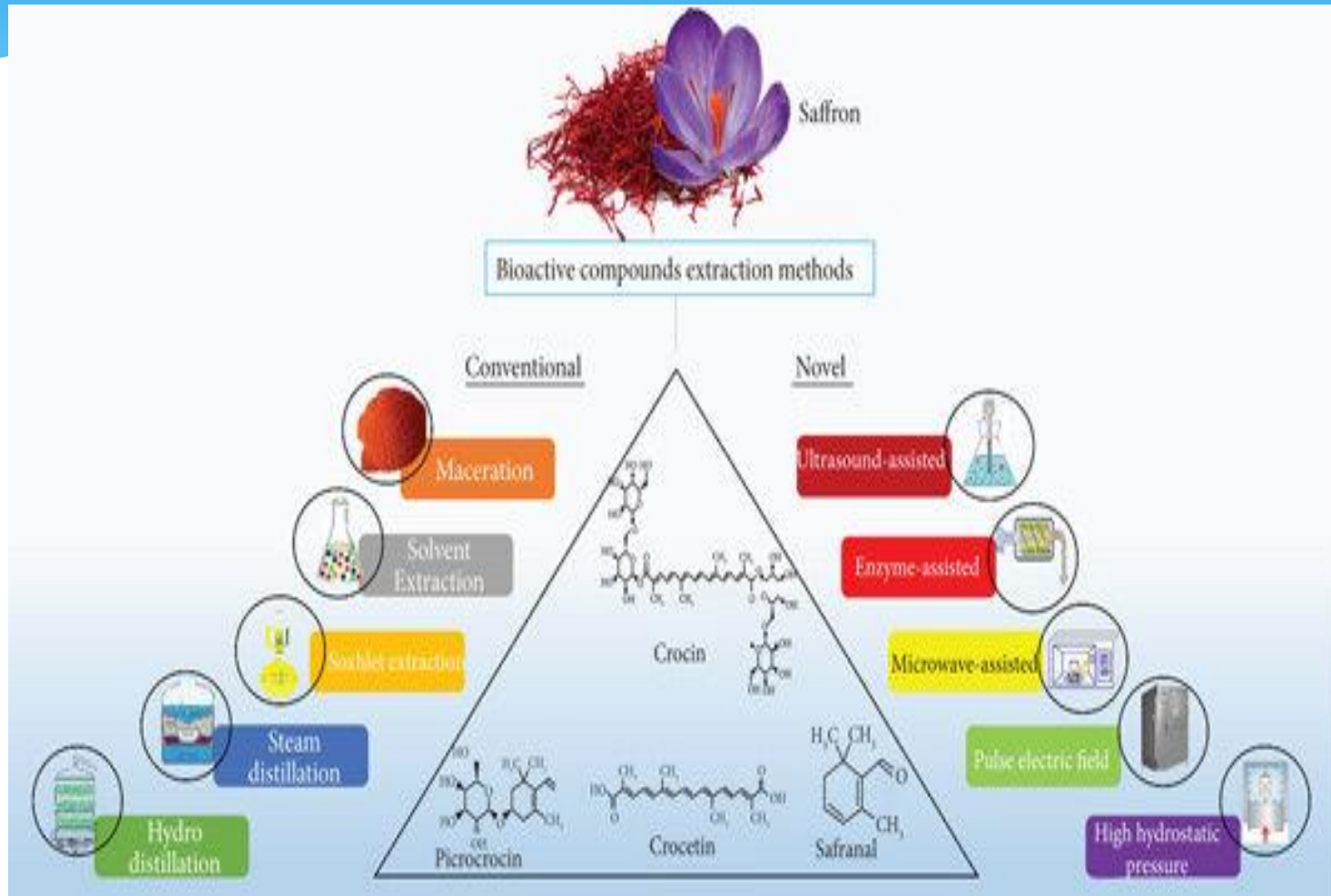
Method of Extraction Bioactive Compound



Method of Extraction Bioactive Compound

| عنصر المقارنة | الطرق التقليدية | الطرق المتقدمة |
|--------------------------|---|--|
| أمثلة | (Soxhlet) ، سوكليت (Maceration)النقع التسخين الراجع | UAE الموجات فوق الصوتية ، السوائل فوق الحرجة MAE الميكروويف ، الضغط العالي (SFE) ، |
| آلية العمل | الانتشار البسيط والذوبان في المذيب | تعزير انتقال الكتلة باستخدام طاقة فيزيائية |
| زمن الاستخلاص | طويل (ساعات-أيام) | قصير (دقائق-ساعة) |
| استهلاك المذيب | مرتفع | منخفض نسبياً |
| استهلاك الطاقة | متوسط إلى مرتفع | غالباً أقل زمنياً وأكثر كفاءة |
| الحفاظ على النشاط الحيوي | قد يحدث تحلل حراري | أفضل حفاظاً على المركبات الحساسة |
| الكفاءة الاستخلاصية | متوسطة | عالية |
| التكلفة الأولية | منخفضة | مرتفعة (أجهزة متخصصة) |
| الاستدامة البيئية | أقل توافقاً مع الكيمياء الخضراء | أكثر توافقاً مع مبادئ الكيمياء الخضراء |
| الملاءمة الصناعية | مناسبة للعمليات البسيطة | مناسبة للتطبيقات المتقدمة عالية القيمة |

Method of Extraction Bioactive Compound



Method of Extraction Bioactive Compound



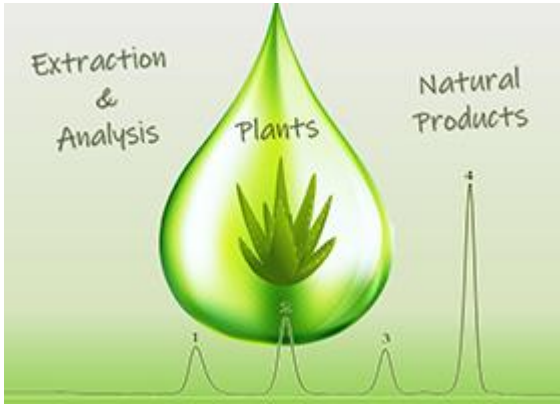
التحول من الطرق التقليدية إلى المتقدمة لا يعتمد فقط على الكفاءة، بل يرتبط بعوامل مثل:

- حساسية المركب المستهدف
- متطلبات النقاء
- البعد الاقتصادي
- اعتبارات الاستدامة

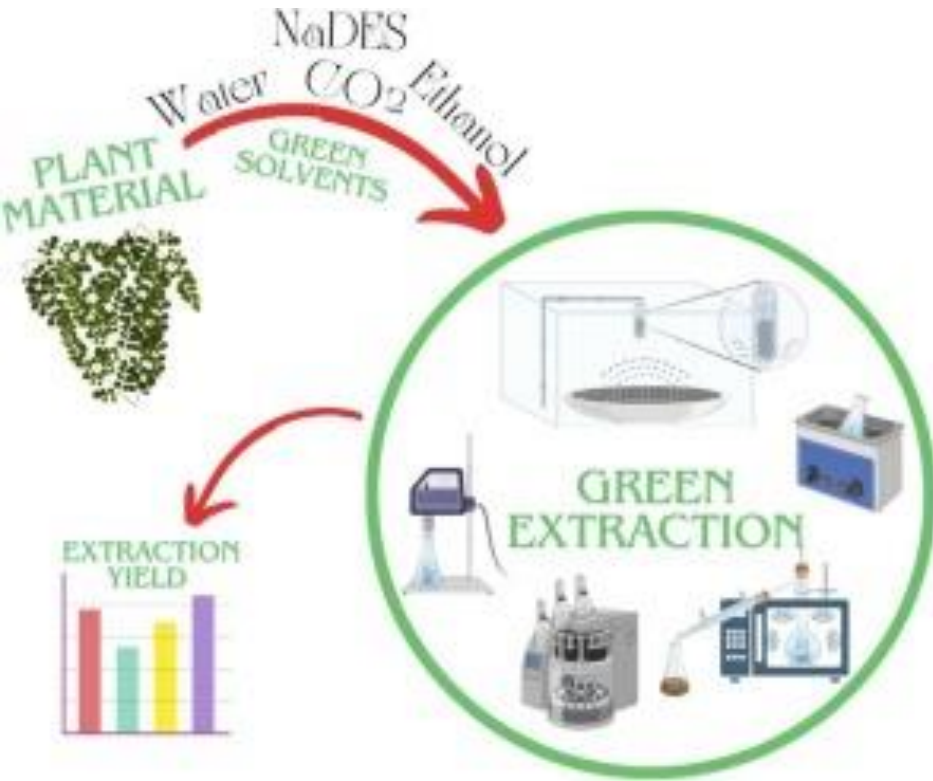
Green Extraction Technologies

كأحد الاتجاهات الحديثة في استخلاص المركبات الفعالة من المصادر الطبيعية:

- تطوير تقنيات استخلاص عالية الكفاءة، منخفضة الاستهلاك للطاقة والمذيبات، وقليلة التأثير البيئي، مع الحفاظ على النشاط الحيوي وجودة المركبات المستخلصة



Green Extraction Technologies



الأساسيات العلمية للاستخلاص الأخضر

تصميم عمليات استخلاص:

- تقلل استخدام المذيبات العضوية الضارة
- تخفض استهلاك الطاقة
- تزيد الكفاءة الاستخلاصية
- تحافظ على المركبات الحساسة

Green Extraction Technologies



تعتمد تقنيات الاستخلاص الخضراء على:

- تحسين انتقال الكتلة
- استخدام مذيبات آمنة (مثل الماء أو الإيثانول)
- تقليل زمن العملية
- استغلال الطاقة الفيزيائية بكفاءة

Green Extraction Technologies



Green Extraction Technologies

المذيبات الخضراء:

الماء

الإيثانول

المذيبات الحيوية (Bio-solvents)

المذيبات الطبيعية العميقة (Natural Deep Eutectic

Solvents – NADES)

ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج

Green Extraction Technologies

أهم تقنيات الاستخلاص الخضراء

- الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية UAE**
يعتمد على ظاهرة التجويف (Cavitation) التي:
- تُحطم الجدران الخلوية
 - تعزز تحرير المركبات

Green Extraction Technologies

أهم تقنيات الاستخلاص الخضراء

الاستخلاص بالميكروويف MAE

يعتمد على:

- التسخين الحجمي السريع
- تحسين ذوبانية المركبات

Green Extraction Technologies

أهم تقنيات الاستخلاص الخضراء

- الاستخلاص بالسوائل فوق الحرجة (SFE) يعتمد على:
- استخدام CO_2 فوق الحرج:
 - مذيب غير سام
 - انتقائية عالية
 - مناسب للمركبات غير القطبية

Green Extraction Technologies

أهم تقنيات الاستخلاص الخضراء

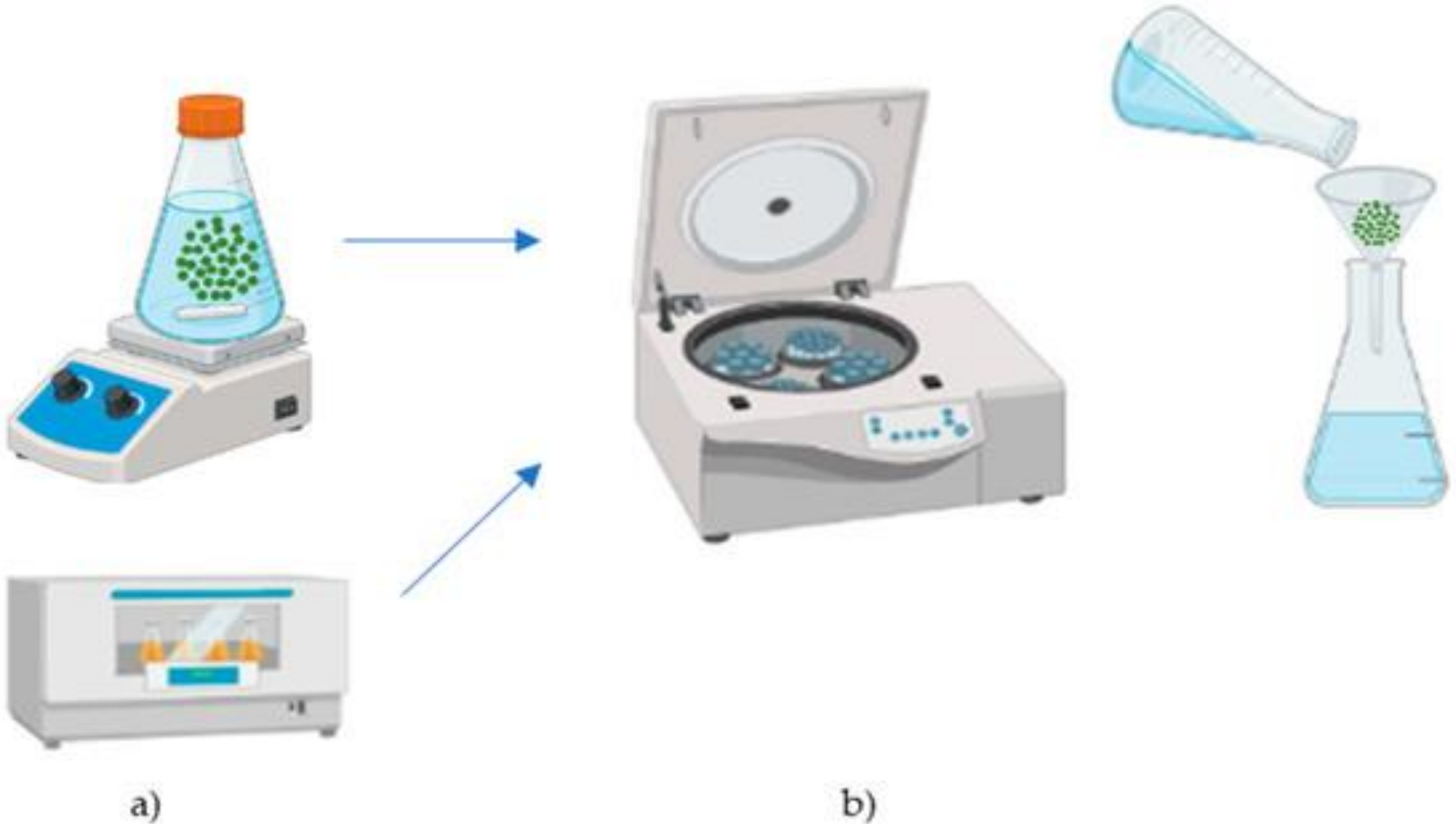
الاستخلاص بالإنزيمات:
يحلل الجدران الخلوية
يزيد مردود الاستخلاص
يعمل في ظروف معتدلة

Green Extraction Technologies

أهم تقنيات الاستخلاص الخضراء

- استخدام المذيبات الطبيعية العميقة **NADES**:
- بديل أخضر للمذيبات العضوية
- آمنة وغير سامة
- قابلة للتحلل الحيوي

Green Extraction Technologies



Green Extraction Technologies

الصفات المميزة للاستخلاص الأخضر

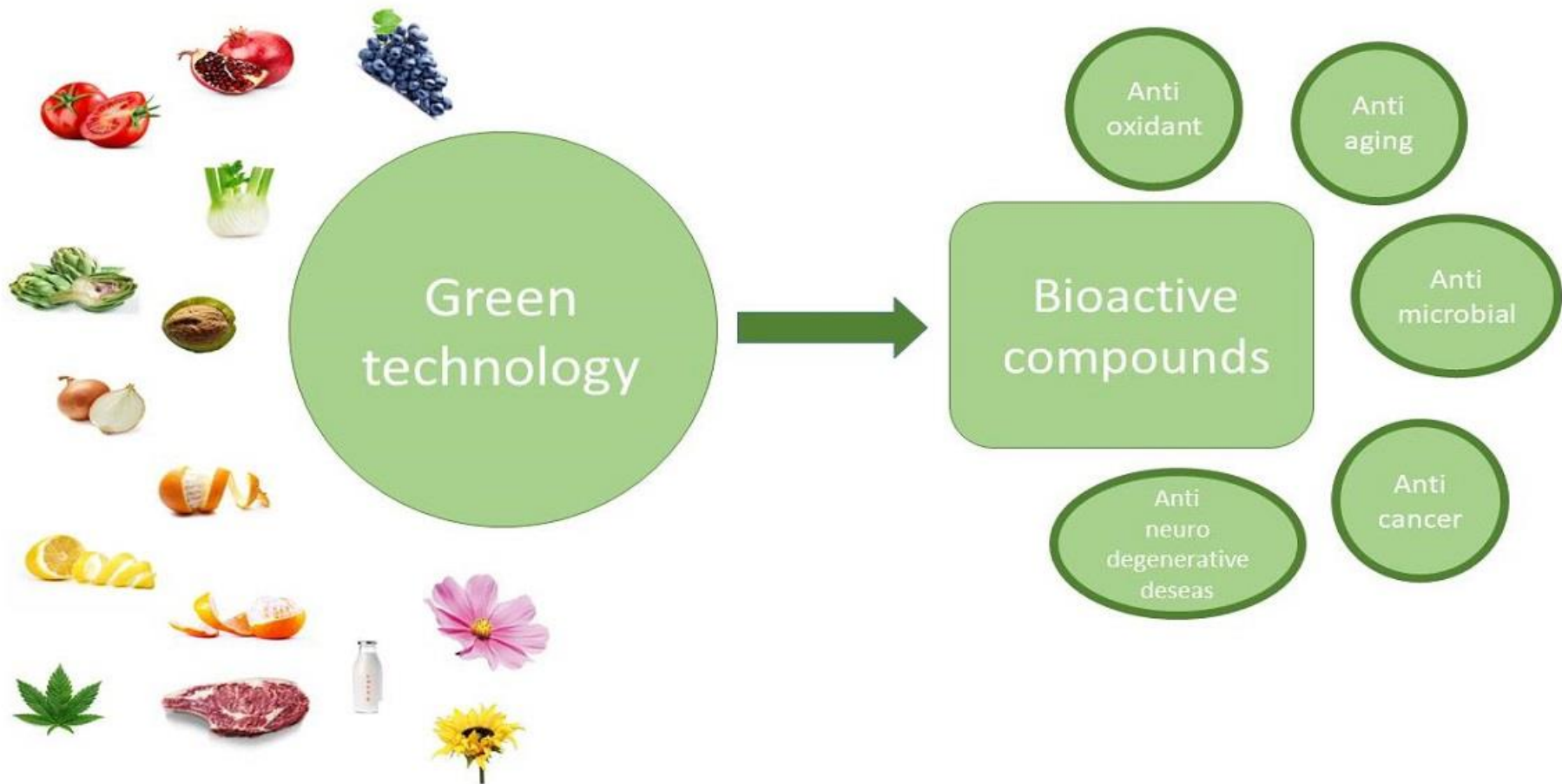
كفاءة استخلاص عالية
زمن قصير
استهلاك منخفض للمذيب
الحفاظ على النشاط الحيوي
تقليل المخلفات الكيميائية
توافق مع مبادئ الاستدامة

Green Extraction Technologies

المزايا

كفاءة استخلاص عالية
زمن قصير
استهلاك منخفض للمذيب
الحفاظ على النشاط الحيوي
تقليل المخلفات الكيميائية
توافق مع مبادئ الاستدامة

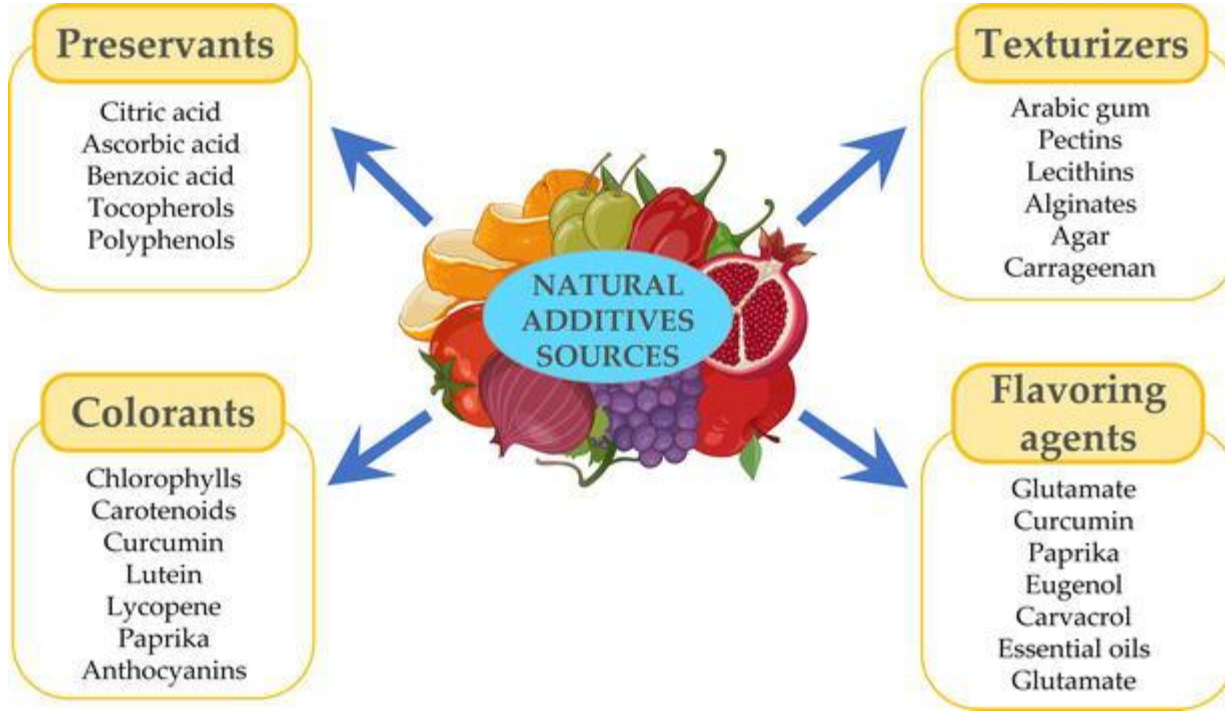
Green Extraction Technologies



Green Extraction Technologies

التطبيقات الحديثة

- استخلاص البوليفينولات من المخلفات الزراعية
- استخلاص الزيوت العطرية
- إنتاج مضادات أكسدة طبيعية
- استخلاص الكاروتينات
- تحضير مستخلصات وظيفية للأغذية



Green Extraction Technologies



اسئلة عن تقنيات الاستخلاص الخضراء



أولاً: أسئلة صح أو خطأ

- يهدف الاستخلاص الأخضر إلى تقليل استهلاك المذيبات العضوية السامة.
- ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج يُعد مذيبياً ساماً وغير آمن للاستخدام الغذائي
- من عيوب طرق الاستخلاص الخضراء انخفاض كفاءتها مقارنة بالطرق التقليدية دائماً
- تقنيات الاستخلاص الخضراء لا يمكن تطبيقها في الصناعات الدوائية.

ثانياً : اختر الجواب الصحيح
تستخدم الإنزيمات في الاستخلاص الأخضر بهدف:
أ) زيادة السمية
ب) تحليل الجدران الخلوية وتحسين المردود
ج) تقليل النقاوة
د) إيقاف التفاعل

Separation and Purification

- Filtration and centrifugation
- Liquid-liquid extraction
- Column chromatography
- Preparative HPLC
- Thin layer chromatography (TLC)

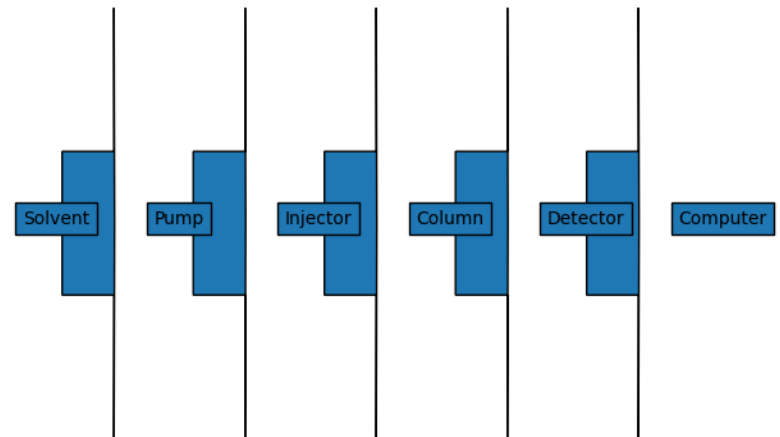
Chromatographic Techniques

- High-performance liquid chromatography (HPLC)
- Gas chromatography (GC)
- Applications: separation and quantification
- Coupling with detectors (UV, MS)

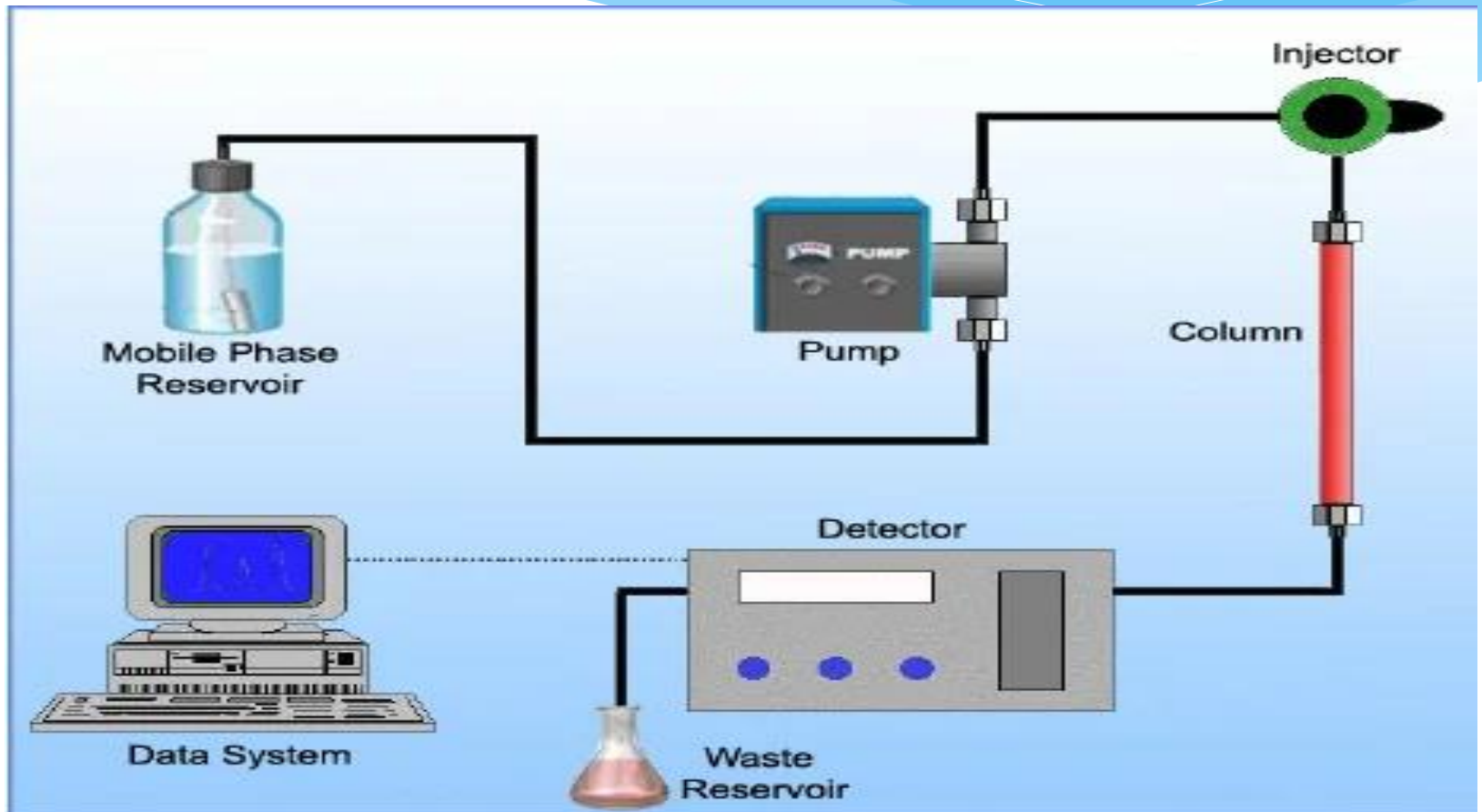
HPLC System

- High-resolution separation
- Quantitative analysis
- Widely used in bioactive

HPLC System Diagram



HPLC System

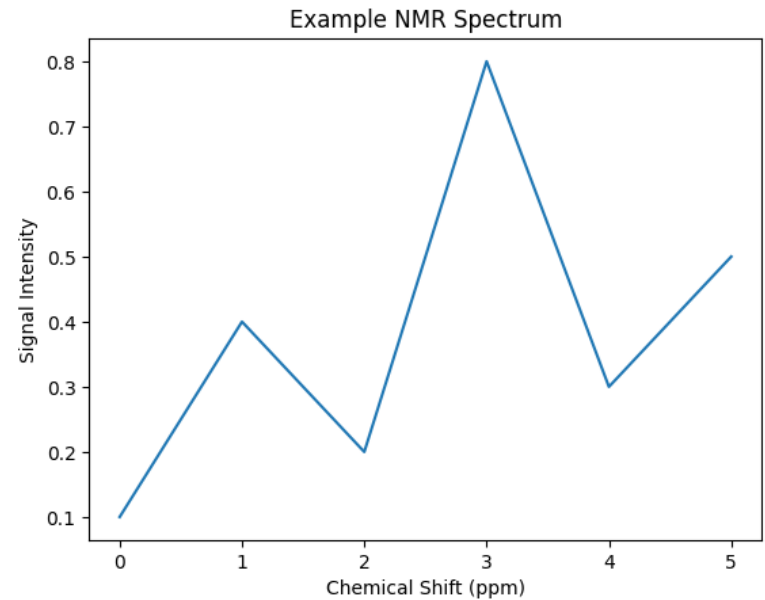


Spectroscopic Characterization

- UV–Visible spectroscopy
- Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)
- Nuclear magnetic resonance (NMR)
- Mass spectrometry (MS)

NMR Spectroscopy

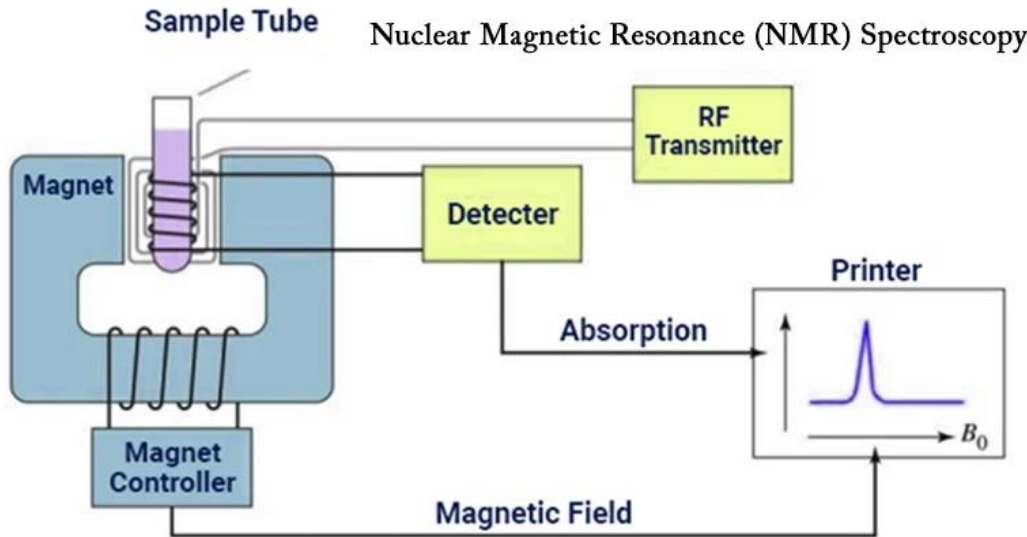
- Structural elucidation (تحديد البنية التركيبية)
- Functional group identification
- Gold standard technique



NMR Spectroscopy

NMR Spectroscopy الأساس العلمي لجهاز
تعتمد تقنية الرنين المغناطيسي النووي
على خاصية فيزيائية تمتلكها بعض الأنوية الذرية،
وهي:

امتلاكها عزمًا مغناطيسيًا نوويًا
نتيجة دورانها الذاتي (Spin)



NMR Spectroscopy

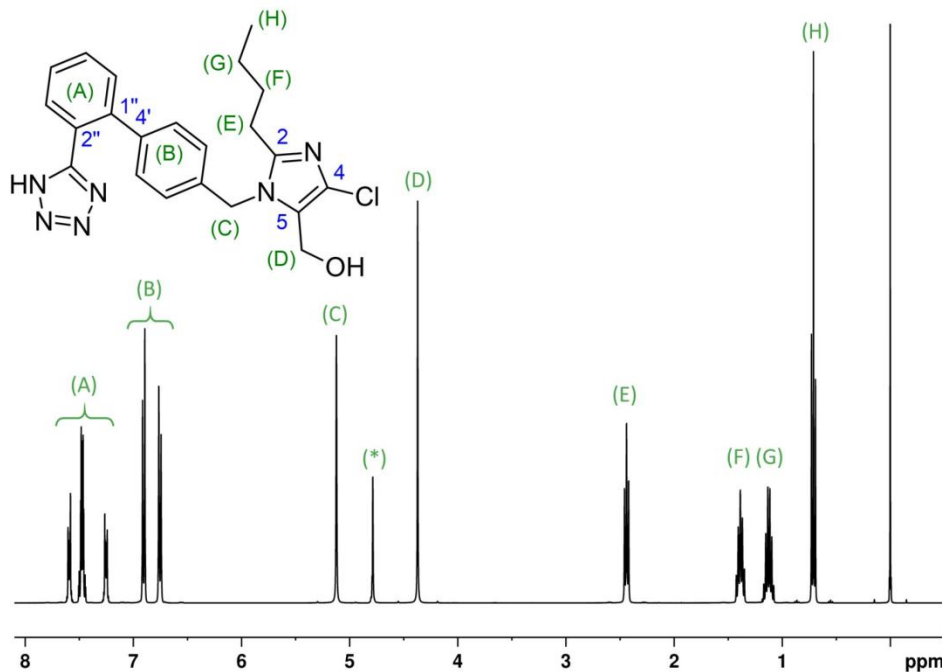
شروط حدوث الرنين

ليكون العنصر قابلاً للدراسة بتقنية NMR يجب أن يكون:

- عدده الذري أو الكتلي فردي
- يمتلك Spin $\neq 0$

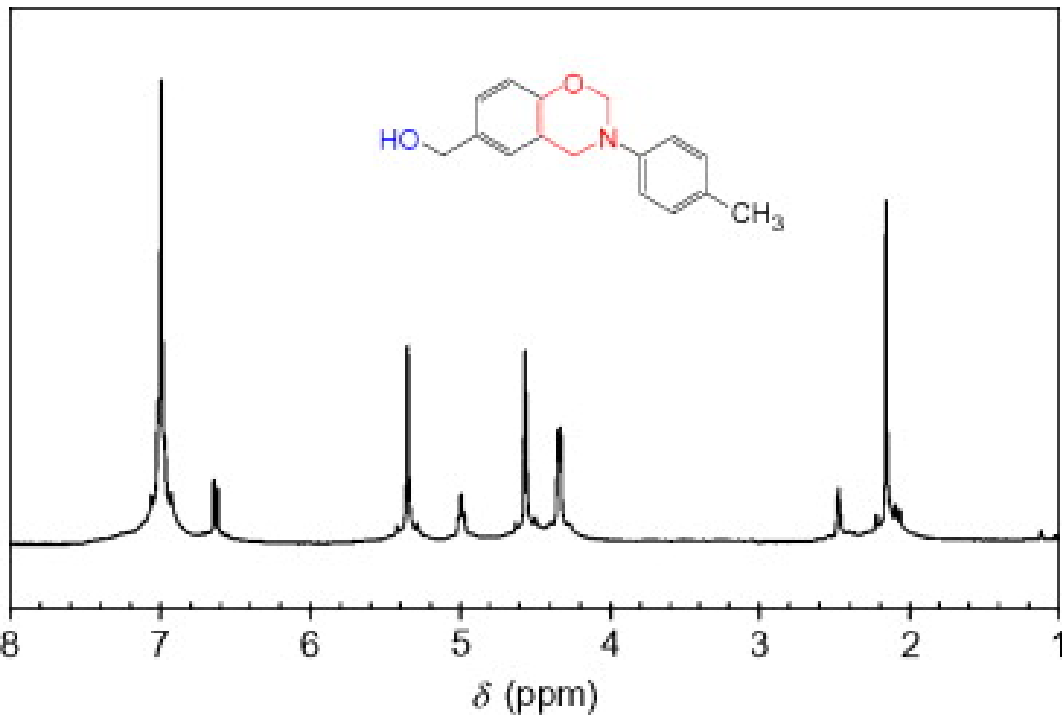
أمثلة شائعة:

- ^1H الهيدروجين
- ^{13}C
- ^{19}F
- ^{31}P



NMR Spectroscopy

ماذا يعطينا طيف NMR؟

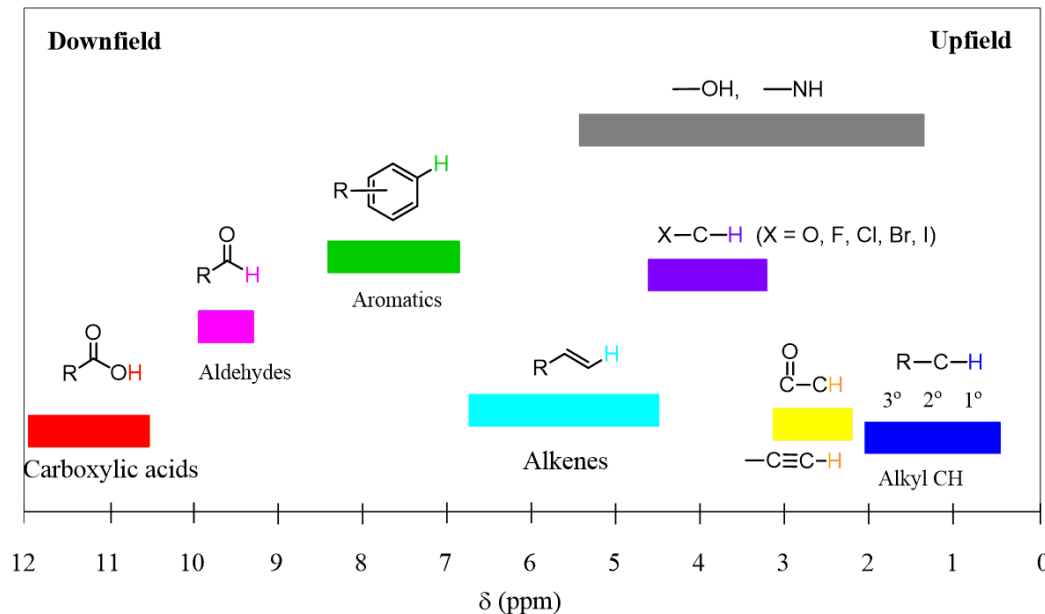


من طيف ¹H-NMR يمكن معرفة:

- عدد أنواع الهيدروجين المختلفة
البيئة الكيميائية لكل نوع
- عدد الهيدروجينات (من التكامل)
المجاورات من الانقسام (splitting pattern)

NMR Spectroscopy

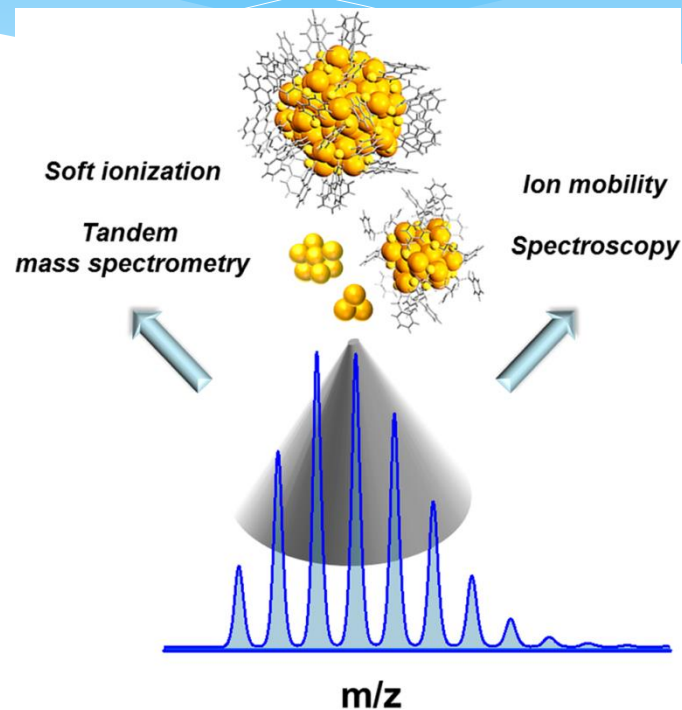
أهمية NMR



تحديد التركيب الجزيئي بدقة
دراسة نقاوة المركبات
تحليل البروتينات
دراسة التفاعلات الكيميائية
التحليل الكمي

Mass Spectrometry

- Molecular weight determination
- High sensitivity
- Compound identification



Mass Spectrometry

مطيافية الكتلة هي تقنية تحليلية تُستخدم لتحديد:

• الكتلة الجزيئية للمركبات

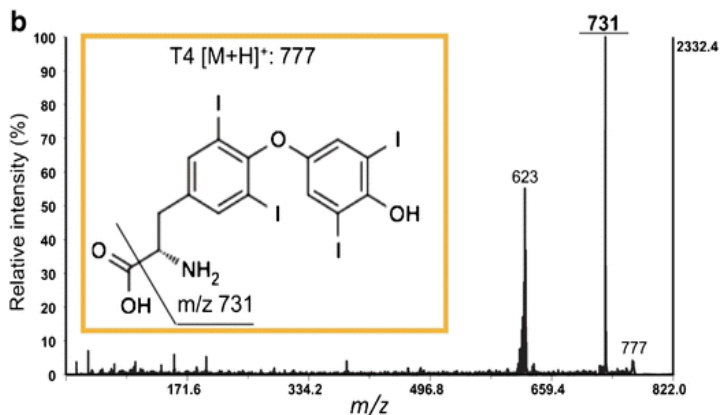
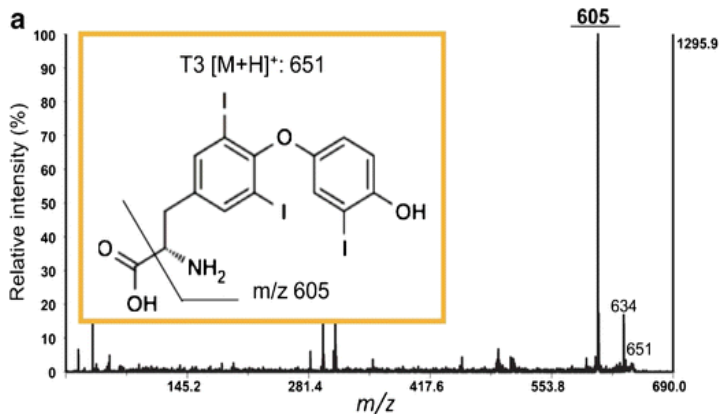
• التركيب البنائي

• الصيغة الجزيئية

• نقاوة العينة

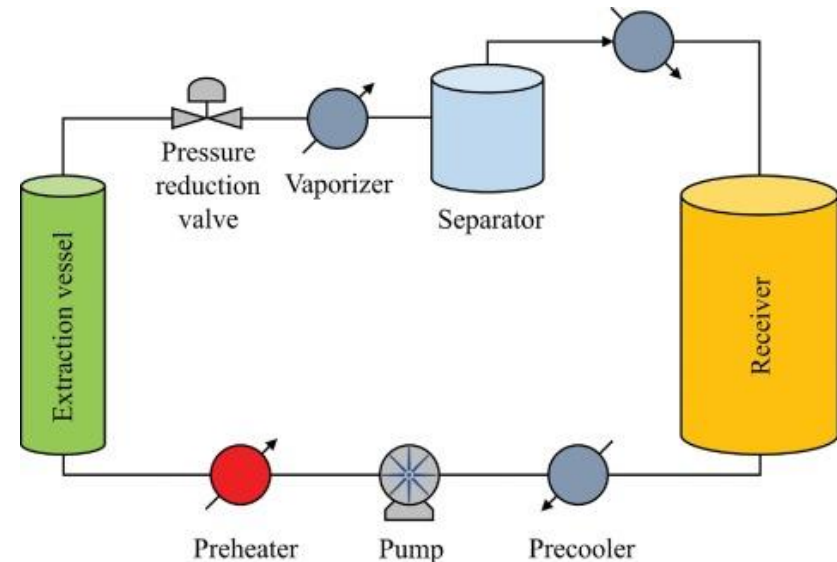
• هوية المركبات في الخليط

وتُعد من أدق التقنيات في التحليل الكيميائي الحديث.



Supercritical Fluid Extraction

- Uses supercritical CO₂
- Environmentally friendly
- High efficiency extraction



Quantification Methods

طرق التقدير الكمي

- Calibration curves
- Use of standards
- Method validation
- Accuracy and precision
- UV–Vis Spectroscopy

التحقق من صحة الطريقة التحليلية

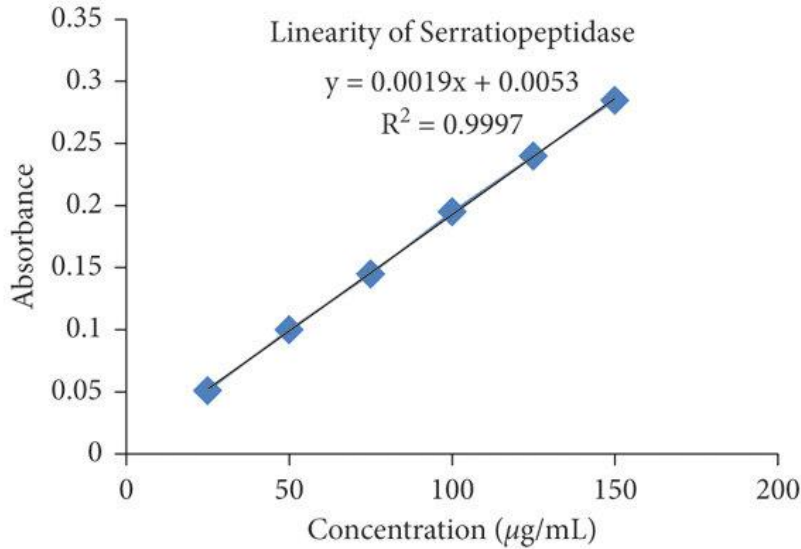
توثيق صلاحية الطريقة التحليلية

Quantification Methods

طرق التقدير الكمي

ما الذي يحدد اختيار طريقة التقدير؟

نوع المركب (قطبي / غير قطبي)
تركيزه المتوقع
حساسية الجهاز
دقة مطلوبة
تعقيد العينة



اسئلة من المحاضرة

اجب بصح او خطأ لكل مماياتي :

يستخدم الاستخلاص بثاني أكسيد الكربون فوق الحرج (للحصول على مستخلصات عالية النقاوة دون ترك بقايا مذيبيات سامة).
يعتمد الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية على إحداث تمزق في جدران الخلايا النباتية مما يسهل خروج المركبات

يمكن استخدام الرنين المغناطيسي النووي NMR لتحديد البنية الجزيئية التفصيلية للمركبات الحيوية. (صح / خطأ)

يؤدي استخدام درجات حرارة مرتفعة جدًا أثناء الاستخلاص دائمًا إلى زيادة استقرار المركبات الفعالة الحساسة للحرارة.
(صح / خطأ)

THANK YOU

