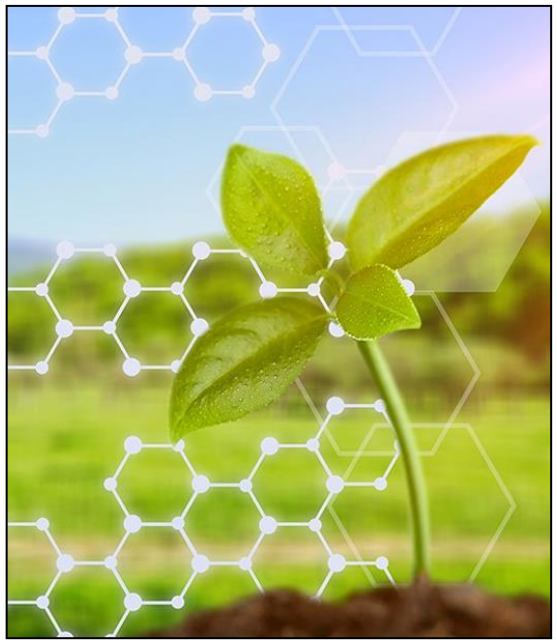
جامعة البصرة/كلية الزراعة / علوم الأغذية

Bioactive Compounds



2026-2025

PhD – 2nd Semester
By: Prof. D. Sawsan Ali AL-Hilifi
Food Chemistry

Bioactive Compounds

1. **Introduction**
2. *Classification*
3. **Structure**

Bioactive Compounds: History

1. المرحلة التقليدية (ما قبل 1800)

الاعتماد الكامل على **النباتات الطبية**، الأعشاب، والمنتجات الحيوانية

استخدمت المستخلصات النباتية دون معرفة التركيب الكيميائي

•أمثلة:

- الصفصاف (مسكن)
- المورفين من الافيون , الخشخاش (مسكن – مصدر الأفيونات)
- الثوم والكركم لأغراض علاجية

الخاصية المميزة: خبرة تجريبية بدون تفسير كيميائي.

Bioactive Compounds: History

* **2. مرحلة العزل والتوصيف (1800–1900)**

- بداية **عزل المركبات الفعالة** من المصادر الطبيعية.
- 1805: عزل **المورفين** ← أول مركب حيوي نقي من نبات.

اكتشاف القلويدات مثل:

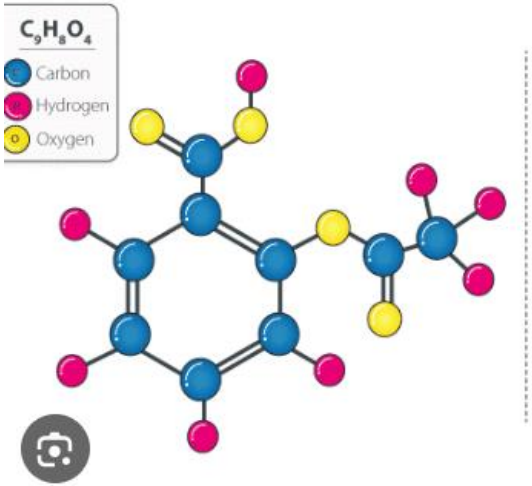
الكينين

الكافيين

النيكوتين

الانتقال من العلاج بالمستخلص إلى المركب النقي.

Bioactive Compounds: History



3. مرحلة التخليق العضوي (1828–1950)

1828: تخليق **اليوريا** .

تخليق مركبات تحاكي الطبيعية

حامض الأسيتيل ساليسيليك (الأسبرين)

الفينازون

ظهور التخدير الكيميائي (الإيثر، الكلوروفورم).

التحكم بالجرعة وتحسين الأمان الدوائي.

Bioactive Compounds: History

4. مرحلة الكيمياء الحيوية والتقانات التحليلية (1950–1980)

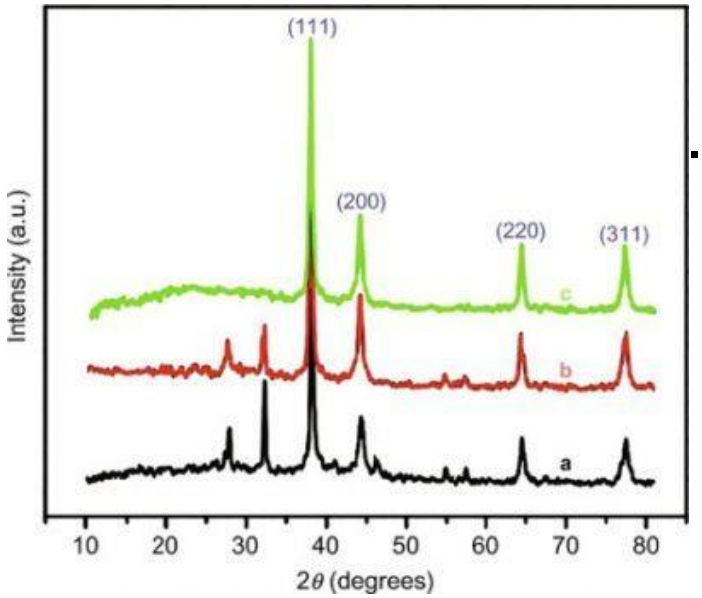
تطور تقنيات:

الكروماتوغرافيا

(NMR، IR، UVالتحليل الطيفي

فهم آليات عمل المركبات الحيوية على المستوى الخلوي.

اكتشاف الفيتامينات والمضادات الحيوية الطبيعية.



ربط التركيب الكيميائي بالوظيفة الحيوية.

Bioactive Compounds: History

5. مرحلة المركبات الوظيفية والتغذية (1980–2000)

. ظهور مفهوم : Functional Foods

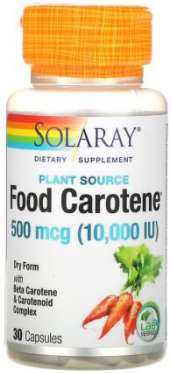
الاهتمام بالمركبات غير المغذية ذات التأثير الصحي:

الفينولات

الفلافونويدات

الكاروتينات

الربط بين النظام الغذائي والوقاية من الأمراض المزمنة.



انتقال المركبات الحيوية من الدواء إلى الغذاء

Bioactive Compounds: History

6. المرحلة الحديثة (2000–الآن)

استخدام تقنيات متقدمة:

GC-MS ،LC-MS/MS

Metabolomics

التركيز على:

Bioavailabilityالتوافر الحيوي

الاستقرار أثناء المعالجة والحفظ

تطبيقات في:

الأغذية الوظيفية

المكملات الغذائية

التغليف النشط والذكي

دمج الكيمياء، التغذية، والتقانة الحيوية.

Bioactive Compounds: History

إن تطور دراسة المركبات الحيوية يعكس الانتقال من المعرفة التقليدية إلى الفهم الجزيئي الدقيق، مدعومًا بالتقنيات التحليلية الحديثة، مما وسّع تطبيقاتها من العلاج إلى الوقاية والتغذية الوظيفية.

Bioactive Compounds: History

- مركبات غير غذائية
- موجودة طبيعياً في الغذاء
- ذات تأثيرات صحية ووظيفية

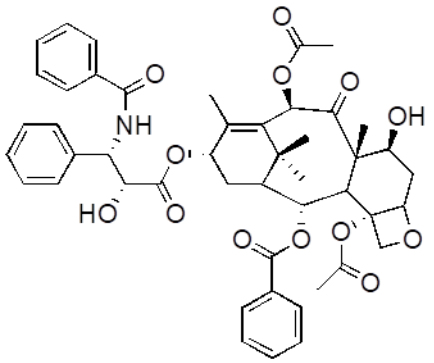
Plant Bioactive Compounds
المركبات الفعالة النباتية

ناتجة عن الأيض الثانوي للنباتات

تلعب دوراً دفاعياً ووظيفياً

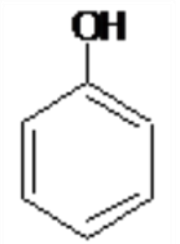
Chemical Classification
التصنيف الكيميائي

- Phenolic compounds
- Terpenoids
- Alkaloids
- Sulfur-containing compounds



Phenolic

* What is Phenol
* Its chemical formula is C6H5OH.
* The hydroxyl group is attached to a phenyl ring.

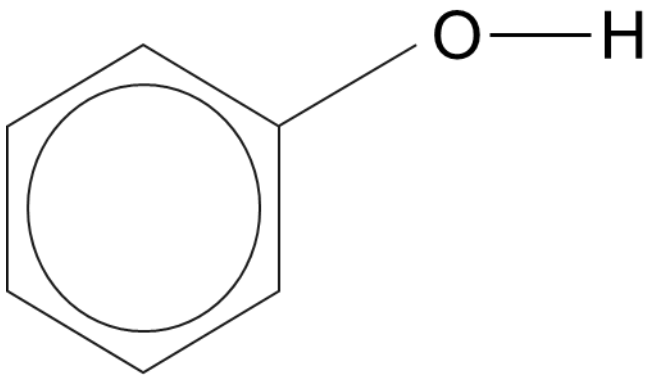


Phenolic

phenols

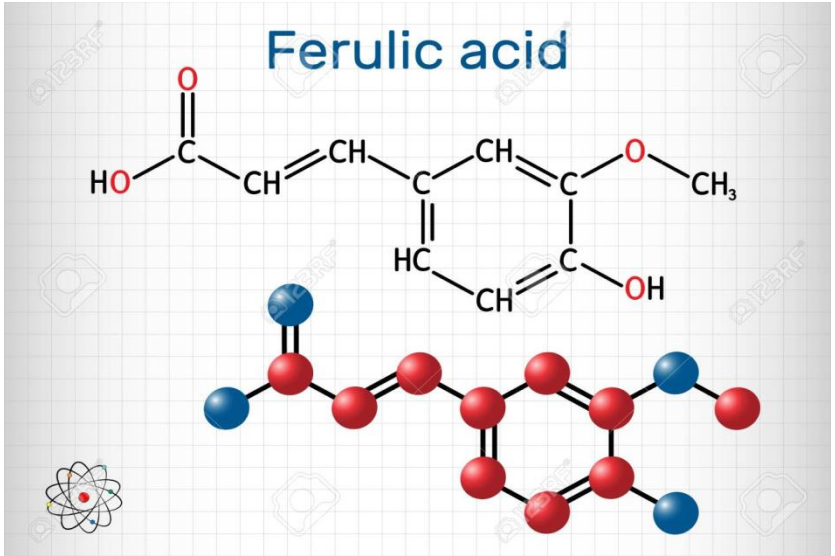
- Only one oxygen
- Has an O-H group
- The O-H group is directly attached to a benzene ring

- Q: The C6H5- group has a special name. What is it?



Nomenclature of Phenols

* Phenol = “phenyl” + “alcohol”
* IUPAC rules are same as for benzene derivatives. Parent ring is “phenol



Physical & Chemical Properties of Phenols

- لا يمكن نزع الماء من الفينولات (لا تتعرض لتفاعل نزع الماء)
- تحدث الأكسدة فقط بوجود عوامل مؤكسِدة قوية
- تفاعلات الهلجنة
- حماض ضعيفة في المحلول ($Ka \approx 10^{-10}$)

Uses of Phenols

- **مضادات أكسدة** – حيث تُؤكسَد عدة فينولات بشكل تفضيلي.
- مضافات غذائيةFood additives
- Vit. E
- مواد منكهة.
- مواد مهيجة مثل اللبلاب السام والبلوط السام

Nutmeg tree fruit. A phenolic compound, isoeugenol, is responsible for the odor associated with nutmeg

Classification of phenolic compounds

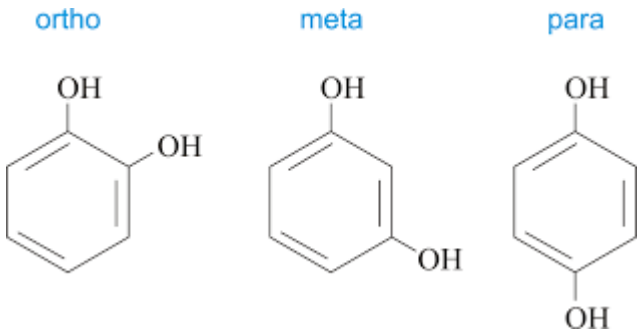
Phenols and phenolic acid

Simple phenols are compounds that contain a hydroxyl group attached to a carbon atom in which the (R) group position on the benzene ring is replaced to result in Para, Meta or Ortho, and in this the active group is the hydroxyl group

Classification of phenolic compounds

* Ortho, meta or para ?
* Mono-substituted phenols are characterized using the prefix ortho (o-), meta (m-) or para (p-) depending on the placement of the substituent from the hydroxyl group or the hydroxyl group from a higher priority functional group.

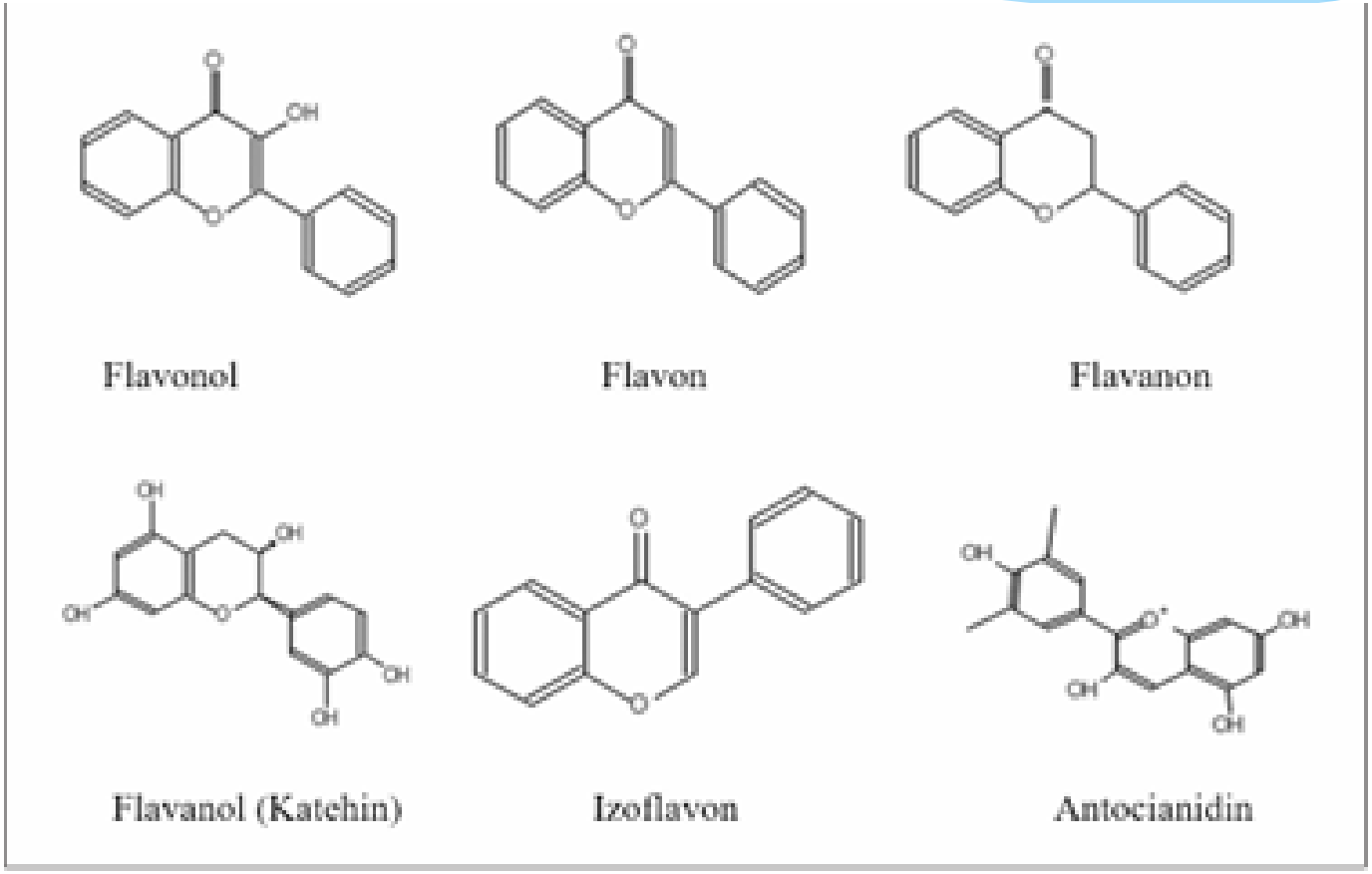
تُوصَف الفينولات أحادية الاستبدال باستخدام البادئات اعتمادًا على موضع المجموعة المستبدلة بالنسبة لمجموعة الهيدروكسيل، أو موضع مجموعة الهيدروكسيل بالنسبة لمجموعة وظيفية



phenolic acid

يؤدي التحلل الحامضي للأنسجة النباتية إلى تكوّن العديد من الفينولات الحامضية المذابة في الإيثر.
وهي غير قابلة للذوبان في الكحول،
أو تكون قابلة للذوبان في الكحول ومرتبطة بكليكوسيدات بسيط.

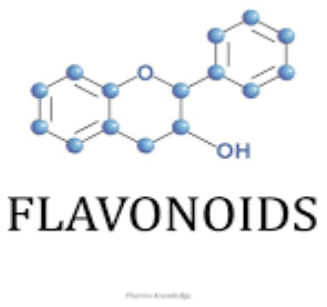
Structure


Flavonol
Flavon
Flavanon
Flavanol (Katehin)
Izoflavon
Antocianidin

Flavonoids

* The basic structure of flavonoids is the flavonoid nucleus containing 15 carbon atoms linked in three rings (C6 - C3 - C6) called (A - B - C) with multiple hydroxyl groups,

* How does the difference between different types of flavonoids occur?



Flavonoids

تختلف الفلافونويدات فيما بينها باختلاف:

درجة الأكسدة والتشبع في الحلقة

C

عدد ومواقع مجموعات الهيدروكسيل

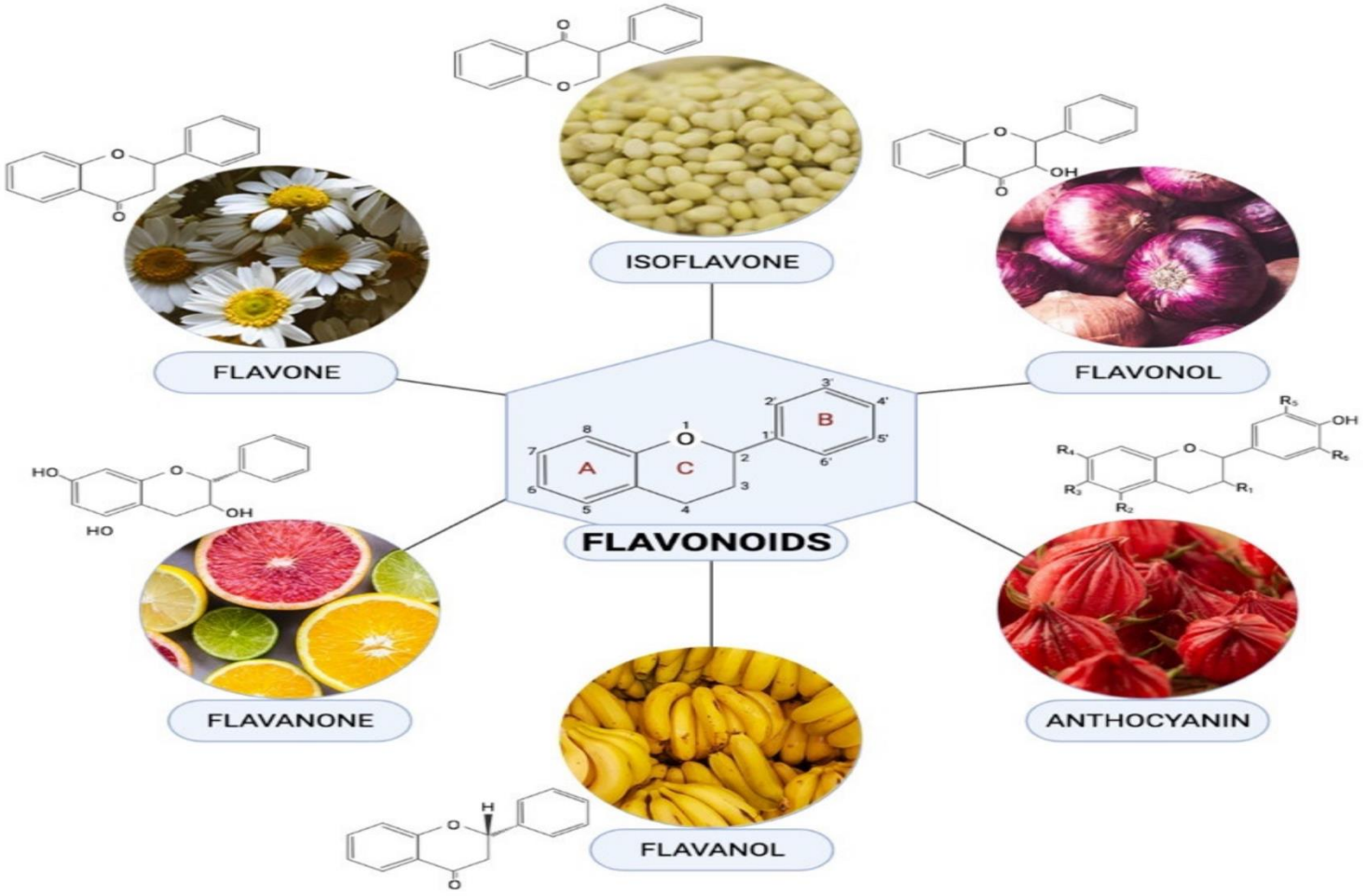
وجود روابط مزدوجة أو مجموعات كربونيل

الارتباط مع السكريات على شكل كليكوسيدات

Flavonoids

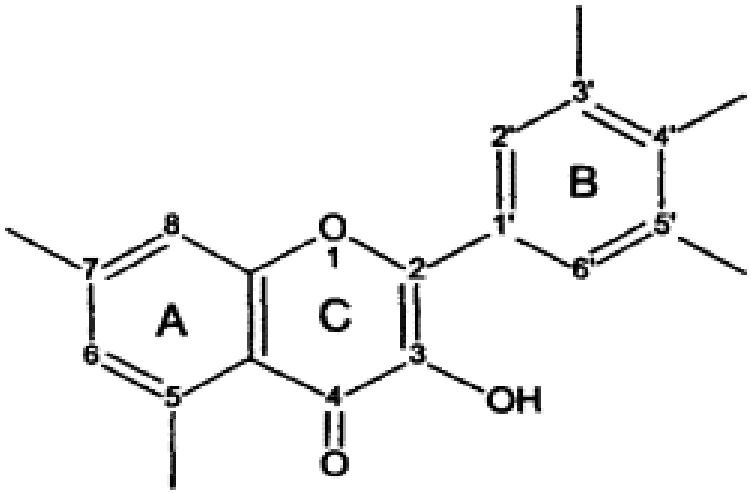
ومن أهم أنواعها: الفلافونات، الفلافونولات، الفلافانونات، الإيزوفلافونات، والأنثوسيانينات.

Flavonoids

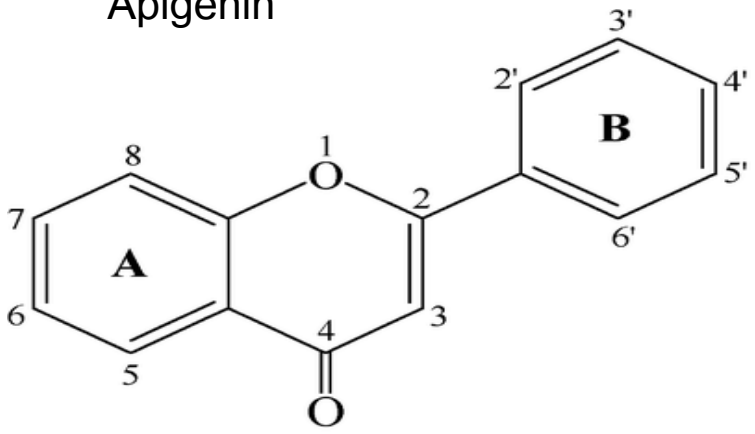

ISOFLAVONE
FLAVONE
FLAVONOL
FLAVONOIDS
FLAVANONE
ANTHOCYANIN
FLAVANOL

Structural formula of flavonoids

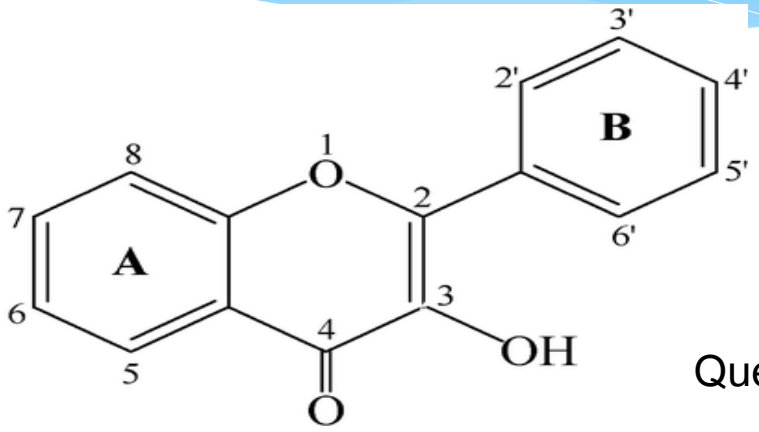
* Structural formula of flavonoids



Apigenin

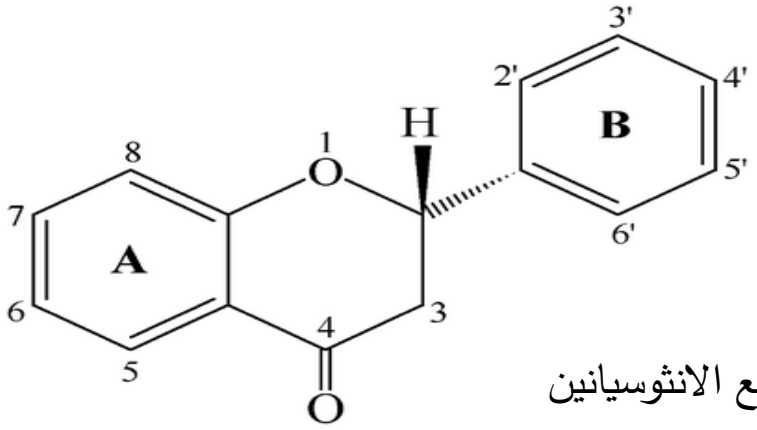


flavone



flavonol

Quercetin



flavanone

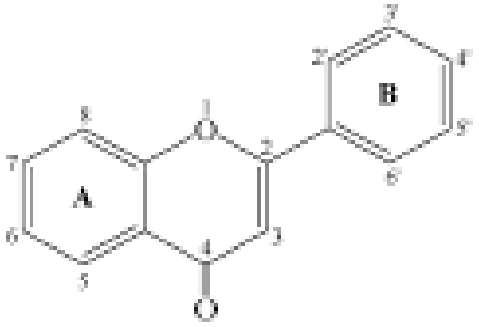
تتبع الانثوسيانين

مقارنة أنواع الفلافونويدات C

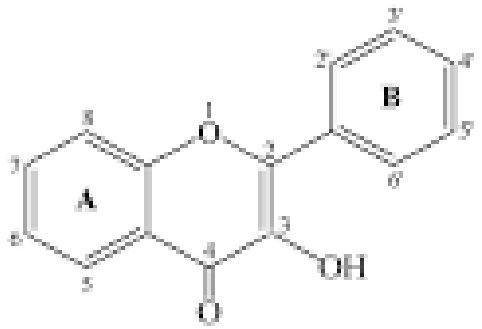
النوع الفرعي للفلافونويد	الهيكل الكيميائي المميز	مثال
Flavones فلافونات	اصره مزدوجة بين C2-C3, وكيتون عند C4	دون Luteolin و Apigenin مثل
Flavonols فلافونولات	مثل الفلافونات، لكن بها مجموعة هيدروكسيل عند C3	Kaempferol ، Quercetin و مثل مضادات أكسدة قوية
Flavanones فلافانونات	حلقة C مشبعة عند C2-C3	Hesperetin ، عادة Naringenin و مثل أقل استقرارًا من الفلافونات
Isoflavones إيزوفلافونات	حلقة B مرتبط عند C3 بدلا من C2	Daidzein ، لها تأثيرات Genistein و مثل شبيهة بالإستروجين
Anthocyanidins أنثوسيانيدينات	مشبعة لاتحتوي على كيتون	Delphinidin ، مسؤولة Cyanidin و مثل عن الألوان الحمراء والزرقاء في النباتات

Flavonoids are classified into five main groups:

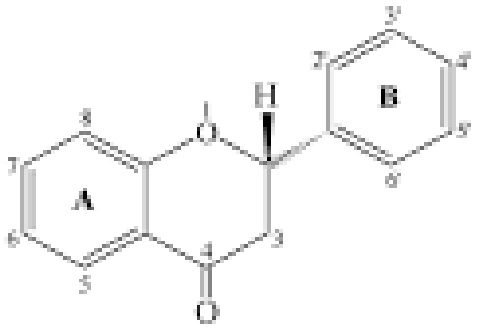
* Flavones
* Flavonols
* Flavonones
* Flavanols
* Anthocyanins



flavone



flavonol



flavanone

Examples of flavonoids

Chrysin

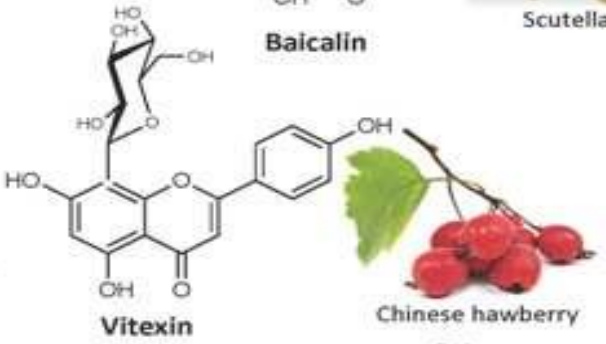
Blue passion flower

Baicalin

Scutellaria root

Apigenin

Parsley

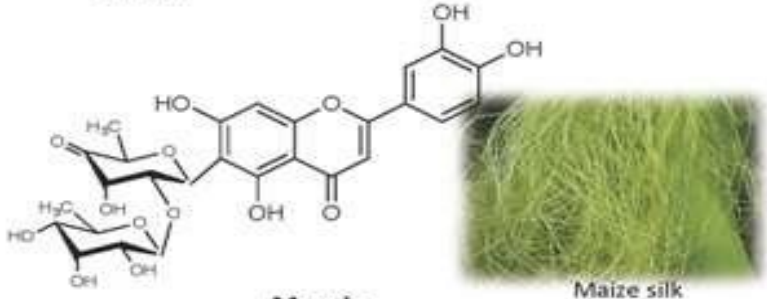


Vitexin

Chinese hawberry

Luteolin

Celery



Maysin

Maize silk

flavonoids

الفعالية الحيوية

تتميز الفلافونويدات بفعاليات حيوية واسعة، أهمها:

نشاط مضاد للأكسدة من خلال تثبيط الجذور الحرة ومنع أكسدة الدهون

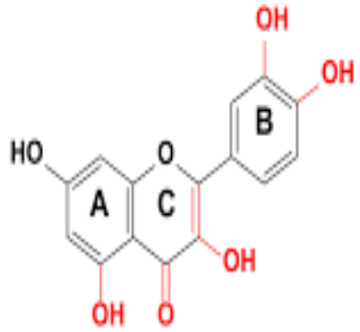
نشاط مضاد للالتهاب عبر تثبيط إنزيمات ومسارات التهابية

تأثيرات وقائية للقلب والأوعية الدموية

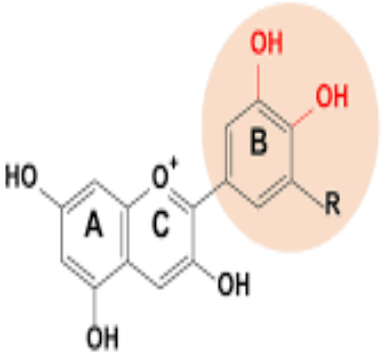
نشاط مضاد للميكروبات (بكتيريا وفطريات)

دور محتمل مضاد للسرطان عبر تنظيم دورة الخلية

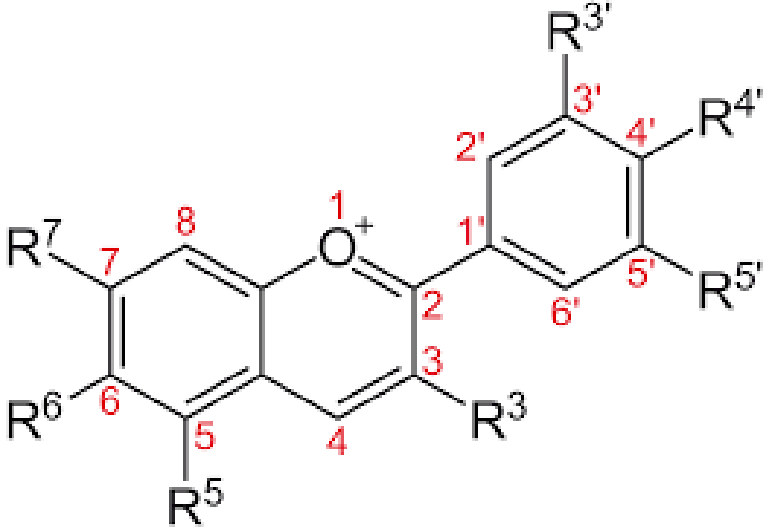
Anthocyanins



Flavonoides (e.g., quercetin)



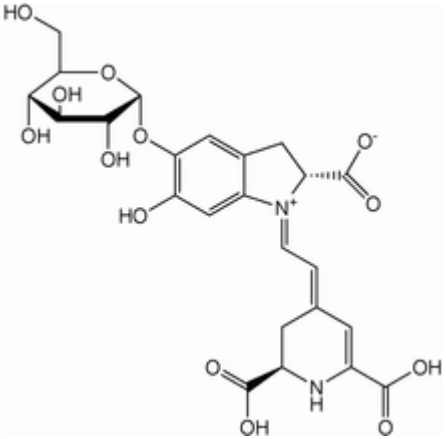
Anthocyanins



Betacyanins

- صبغة حمراء توجد في جذور الشمندر، وكان يُعتقد أنها أحد أنواع الأنثوسيانينات، على الرغم من أنها تحتوي على النيتروجين.

.لكنها تصنّف حاليًا كمجموعة مستقلة لا علاقة لها بالأنثوسيانينات



لا يتم العثور على الصبغتين في نفس النبات.

Tannins

* Tannins are water-soluble phenolic polymers with multiple hydroxyl groups and that the unit in their structural structure is derived from different types of phenolic groups and is present in all parts of plants such as stems, roots and leaves

Tannins properties

* Bitter taste if tannin content high.
* Yellowish white to brown in color.
* Have large molecular weight.
* Antioxidant, antibacterial, antifungal.
* Solution in water-acidic in nature.
* Non crystallizable from colloidal solution with water .

البناء والتركيب

التانينات هي مركبات **بوليفينولية** ذات وزن جزيئي مرتفع.
تحتوي على عدد كبير من مجموعات **الهيدروكسيل الفينولية**
ـتُقسم التانينات من حيث التركيب إلى نوعين رئيسيين:

التانينات القابلة للتحلل

تتكون من:

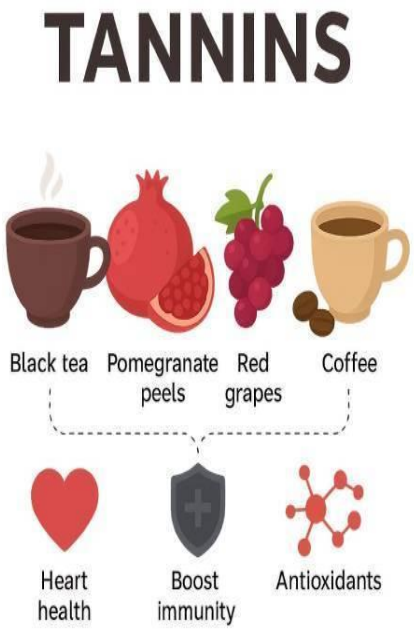
نواة سكرية (غالبًا الجلوكوز).

مرتبطة بحامض فينولي مثل:

حامض الجاليكGallic acid).

حامض الإيلاجيكEllagic acid).

البناء والتركيب



2- Condensed tanninsالتانينات المتكثفة

تُعرف أيضًا باسم **البروأنثوسيانيدينات**.

تتكون من وحدات **فلافونويدية** مترابطة.

لا تتحلل بسهولة بالأحماض.

عند التسخين مع الأحماض تعطي مركبات ملونة تسمى **أنثوسيانيدينات**.

التفاعلات المميزة للتانينات

$FeCl_3$تفاعل مع كلوريد الحديديك

التانينات القابلة للتحلل ← لون أزرق مسود.

التانينات المتكثفة ← لون أخضر مسود.

تفاعل مع الجيلاتين أو البروتينات:يحدث ترسيب للبروتين.هذا التفاعل أساس استخدام التانينات في دباغة الجلود.

التفاعلات المميزة للتانينات

Hydrolysisالتحلل المائي

خاص بالتانينات القابلة للتحلل.

يعطي:

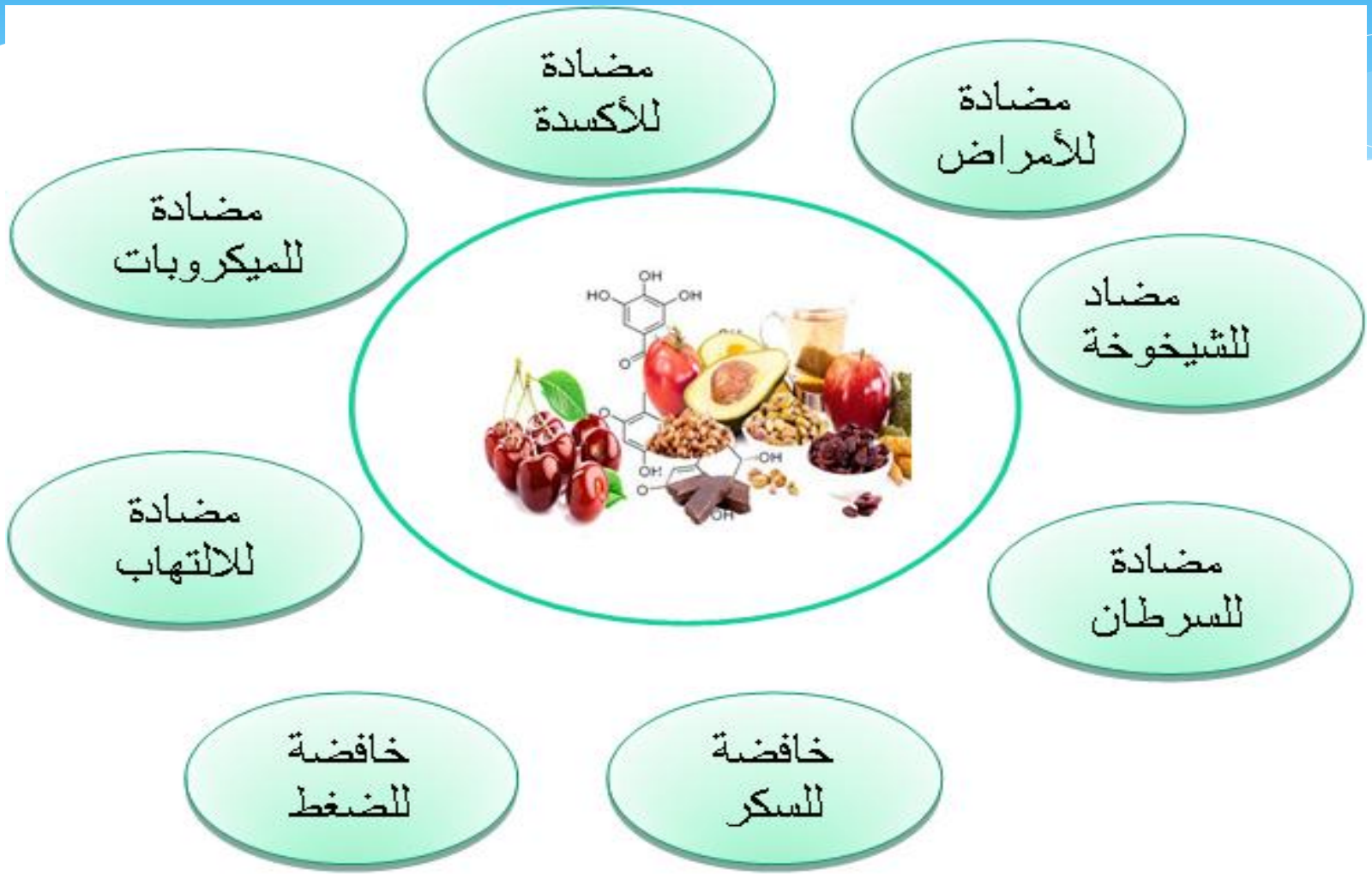
السكر.

الأحماض الفينولية.

الأكسدة:

تتأكسد لتكوين مواد داكنة اللون.

الاهمية والتطبيقات



Alkaloid

* **1. التركيب الكيميائي**

القلويدات هي **مركبات عضوية نيتروجينية** تحتوي على ذرة **نيتروجين** في حلقة غالبًا ما تكون حلقية أو غير متجانسة.

غالبًا ما تكون **قاعدية** بسبب وجود النيتروجين.

تتنوع هياكلها بين:

حلقيات بسيطة (مثل كافيين)

حلقيات متعددة ومعقدة (مثل مورفين، كينين)

قد تكون مرتبطة بمجموعة **هيدروكسيل أو ميثوكسيل** أو سكريات على شكل **كليكوسيدات قلويدية**.

تحتوي على **15–20 ذرة كربون** في كثير من القلويدات النباتية الكبيرة، مع هياكل معقدة وخواص ثلاثية الأبعاد محددة

Alkaloid

2. الخصائص الفيزيائية والكيميائية

الخواص الفيزيائية:

صلبة أو سائلة حسب النوع

غالبًا **ذائبة في الكحول أو الأحماض المخففة**

قليلة الذوبان في الماء النقي لبعض القلويدات

الخواص الكيميائية:

تتصرف كمركبات **قاعدية ضعيفة**

قادرة على تكوين أملاح مع الأحماض

تتحلل بالحرارة الشديدة أو التحلل الحامضي

بعض القلويدات تحتوي على مجموعات وظيفية فريدة تؤثر على نشاطها البيولوجي (مثل مجموعات هيدروكسيل أو كيتون)

Alkaloid

3. الصفات البيولوجية والفعلية

القلويدات **مركبات نشطة حيويًا**، وتؤثر على الجسم بشكل قوي حتى عند جرعات منخفضة.

أهم وظائفها وتأثيراتها:

نشاط دوائي وعلاجي: مثل المورفين (مسكن)، الكينين (مضاد للملاريا)، كافيين (منبه)

نشاط مضاد للميكروبات والطفيليات

تأثيرات عصبية: بعض القلويدات تؤثر على الجهاز العصبي المركزي والمحيطي

تنظيم ضغط الدم ومعدل ضربات القلب: مثل الكينيدين

القلويدات غالبًا **سمية عند الجرعات العالية**، مما يجعل التحكم بالجرعة أمرًا بالغ الأهمية.

Alkaloid

4. القيمة كمركبات فعالة

تعتبر القلويدات **نموذجًا للمركبات الطبيعية الفعالة** بسبب:

تنوعها البنيوي الكبير

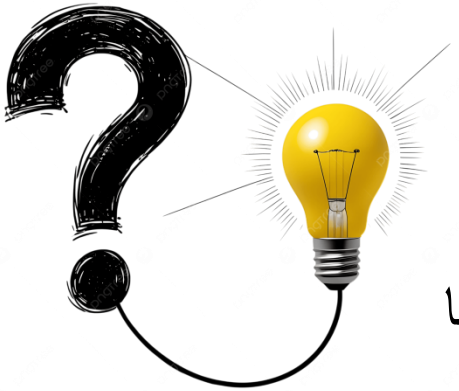
تأثيرها البيولوجي القوي والمحدد

إمكانية تعديلها كيميائيًا لإنتاج أدوية جديدة

أمثلة على القلويدات الطبيعية وخصائصها الفعالة

القلويد	المصدر الطبيعي	السمات التركيبية	النشاط الحيوي / الاستخدام
Morphine	Papaver somniferum (الخشخاش)	حلقي معقّد، نيتروجين قاعدي، مجموعات هيدروكسيل	مسكن قوي للألم، تأثير مركزي
Quinine	Cinchona spp.	حلقة كينولين، نيتروجين قاعدي، كيرالية عالية	مضاد للملاريا
Quinidine	Cinchona spp.	إيبيمر للكينين عند ذرة كربون 9	مضاد لاضطراب نظم القلب
Caffeine	القهوة، الشاي	حلقة بورينية، نيتروجين متعدد، غير قاعدي نسبيًا	منبه للجهاز العصبي
Nicotine	Nicotiana tabacum	حلقة بيريدين + بيروليدين	منبه عصبي، سام بجرعات عالية
Atropine	Atropa belladonna	حلقة تروبان، نيتروجين ثالثي	موسّع حدقة، مضاد تشنج
Codeine	Papaver somniferum	مشتق مورفيني، مجموعة ميثوكسيل	مسكن خفيف، مضاد للسعال
Ephedrine	Ephedra spp.	أمين ثانوي، بنية غير حلقية	موسّع قصبي، منبه
Reserpine	Rauwolfia serpentina	تركيب معقد متعدد الحلقات	خافض ضغط الدم، مهدئ

ملاحظات اساسية

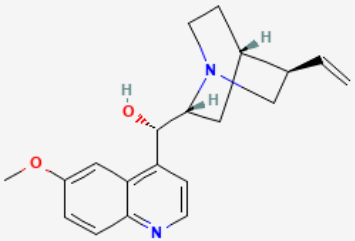


-جميع القلويدات تحتوي على **ذرة نيتروجين** مسؤولة عن قاعديتها ونشاطها الحيوي.

-التعقيد البنيوي والكيمياء الفراغية عاملان حاسمان في الفعالية الدوائية

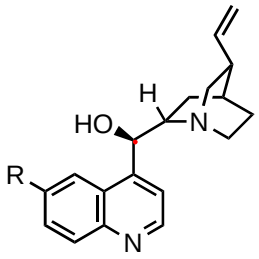
-معظم القلويدات **فعّالة بجرعات منخفضة** وقد تكون **سامة بجرعات عالية**.

Alkaloid Natural Products



* Quinidine

نبات الكينا ترا في امريكا الجنوبية



Quinine

R=OMe: Quinine (Cinchonidine epimer at C-9)

R=H: Quinidine (Cinchonine epimer at C-9)

Alkaloid Natural Products

س \ Cinchonidine epimer at C-9 ماذا تعني ؟

هو توصيف **للعلاقة الفراغية** بين مركبين كيميائيين متشابهين لحد كبير جدا .

Cinchonidine قلويد طبيعي من مجموعة قلويدات الكينا Cinchona alkaloids

Epimer إبيمر: مركب يختلف عن مركب آخر في ترتيب ذرة واحدة فقط غير متناظرة chiral center، بينما تبقى بقية البنية متطابقة.

at C-9 يعني أن الاختلاف الفراغي بين المركبين يقع عند ذرة الكربون رقم 9 فقط في البنية الجزيئية.

ماذا استنتجنا ؟

المركب المذكور (مثل الكينين أو الكينيدين) يملك نفس التركيب الكيميائي للـ Cinchonidine، لكنه يختلف عنه فقط في الاتجاه الفراغي (يمين/يسار، أعلى/أسفل) للمجموعة المرتبطة بذرة الكربون رقم 9.

هل هذا الاختلاف مهم ؟

هذا الاختلاف البسيط قد يؤدي إلى: اختلاف كبير في النشاط الدوائي واختلاف في التأثير الفسيولوجي أو السمية

مثال : Quinineو Quinidineمتشابهان جدًا، لكن أحدهما مضاد للملاريا والآخر مضاد لاضطراب نظم القلب.

Alkaloid Natural Products

س \ في جدول اكتب مقارنه جوهرية بين المركبين

Terpenoide Natural Products

* biological activities
* Structure
* Definition
* Classification
* Examples

Terpenes & Terpenoids

ماهي التربينات

- **NATURAL PRODUCTS**

NATURAL PRODUCTS

تعرف المنتجات الطبيعية بأنها المركبات التي يتم عزلها من مصادر طبيعية مختلفة مثل النباتات، والحيوانات، والكائنات الدقيقة، والحشرات، ومسببات أمراض النباتات، والكائنات الداخلية (الإندوفيتات)، والمصادر البحرية.

وتشكل التربينويدات حوالي 60٪ من المنتجات الطبيعية المعروفة

التعريف العلمي الدقيق
التربينويدات هي:

مشتقات مؤكسدة أو معدَّلة من التربينات، تتكوّن من وحدات إيزوبرين (C_5H_8)،
وتحتوي عادةً على ذرات أكسجين أو مجموعات وظيفية أخرى مثل:

–COOR، –O–، –COOH، =O، –OH

الفرق الجوهري بين التربينات والتربينويدات

وجه المقارنة	التربينات	التربينويدات
التركيب	هيدروكربونات فقط	تحتوي O أو مجموعات وظيفية
القطبية	غير قطبية غالبًا	أكثر قطبية
النشاط الحيوي	محدود نسبيًا	أعلى وأكثر تنوعًا
الشيوع الحيوي	أقل	الأكثر انتشارًا

TERPENOIDS AND TERPENES

تُعدّ التربينويدات، والتي تُسمّى أحيانًا الإيزوبرينويدات، فئةً كبيرة ومتنوعة من المركبات العضوية الطبيعية المشتقة من مركب الإيزوبرين ذي الخمس ذرات كربون ومن بوليمرات الإيزوبرين المعروفة باسم التربينات

هي مركبات حيوية طبيعية مشتقة بنيويًا من التربينات، لكنها ليست هيدروكربونات خالصة مثل التربينات، إذ تحتوي على مجاميع وظيفية إضافية أو تكون قد خضعت لتعديلات بنيوية أثناء التخليق الحيوي.

TERPENOIDS AND TERPENES

التربينات هي هيدروكربونات بسيطة.

التربينويدات هي فئة معدّلة من التربينات، تحتوي على مجموعات وظيفية مختلفة، وقد تكون مجموعة الميثيل المؤكسدة قد انتقلت أو أُزيلت من مواقع مختلفة في الجزيء.

استُخدم مصطلح «تربين» في الأصل لوصف الهيدروكربونات ذات الصيغة الجزيئية $C_{10}H_{16}$

لاحقًا توسع استخدام المصطلح ليشمل جميع المركبات ذات الصيغة العامة $(C_5H_8)_n$

توجد حاليًا نزعة لاستخدام مصطلح «تربينويدات» للإشارة إلى المجموعة كاملة.

يُقصر استخدام مصطلح «تربين» غالبًا على المركبات ذات الصيغة الجزيئية فقط $C_{10}H_{16}$

الاهمية IMPORTANCE

تُستخدم في جميع أنحاء العالم لعلاج العديد من الأمراض.

تثبط أنواعًا مختلفة من خلايا السرطان البشري وتُستخدم كأدوية مضادة للسرطان مثل **Taxol** ومشتقاته.

العديد من المنكهات والروائح الجميلة تتكون من التربينات نظرًا لرائحتها العطرية.

تُستخدم التربينات ومشتقاتها كأدوية مضادة للملاريا مثل **Artemisinin** والمركبات ذات الصلة.

لها دور متنوع في مجالات الأغذية، الأدوية، مستحضرات التجميل، الهرمونات، الفيتامينات، وغيرها.

تلعب دورًا في العلاجات العشبية التقليدية.

تُساهم في رائحة **الأوكالبتوس**، ونكهات **القرفة**، **القرنفل**، **والزنجبيل**، واللون الأصفر في **عباد الشمس**، واللون الأحمر في **الطماطم**.

تُنتَج الستيرويدات والستيرولات في الحيوانات بيولوجيًا من **مركبات تربينويد سابقة**.

كيف تتكوّن التربينويدات؟

التخليق الحيوي للتربينات الأساسية

هذه التعديلات مسؤولة عن الفعالية الحيوية العالية.

تفاعلات إنزيمية لاحقة

- الاكسدة
- الهيد وكسلة
- إضافة حلقات
- إعادة الترتيب البنيوي

حلقة الإيزوبرين ISOPRENE RULE

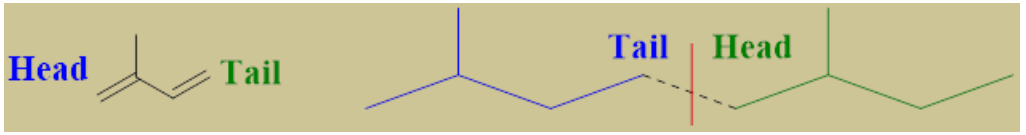
التحلل الحراري للتربينويدات يعطي الإيزوبرين كأحد نواتج التفاعل.

وقد أشار أوتو فالاخ إلى أن البنية الهيكلية لجميع التربينويدات الموجودة طبيعيًا يمكن بناؤها من وحدات الإيزوبرين، ويعرف ذلك باسم **قاعدة الإيزوبرين**.

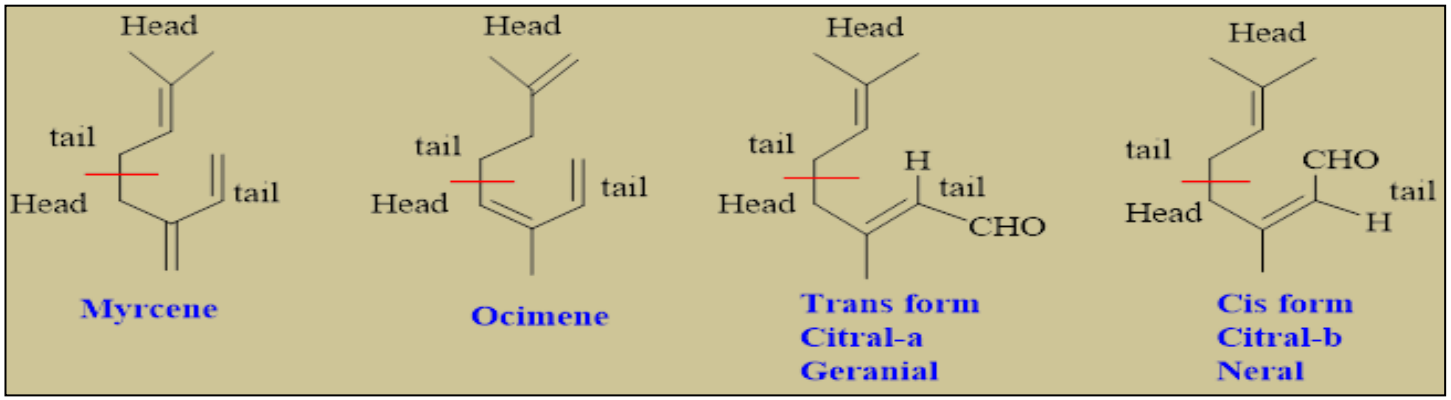
وتنص قاعدة الإيزوبرين على أن جزيئات التربينويدات تتكون من وحدتين أو أكثر من وحدات الإيزوبرين.

SPECIAL ISOPRENE RULE
قاعدة الإيزوبرين الخاصة

اقترح إنغولد أن «جزيئات التربينويدات تتكون من وحدتين أو أكثر من وحدات الإيزوبرين المرتبطة معًا بطريقة رأس إلى ذيل».



أمثلة: التربينويدات الأحادية ذات السلسلة المفتوحة



SPECIAL ISOPRENE RULE
قاعدة الإيزوبرين الخاصة

لكن هذه القاعدة يمكن استخدامها فقط كمبدأ إرشادي، وليست قاعدة ثابتة.

فعلى سبيل المثال، ترتبط الكاروتينويدات بطريقة ذيل إلى ذيل عند الجزء المركزي منها.

كما توجد بعض التربينويدات التي لا يكون عدد ذرات الكربون فيها من مضاعفات العدد خمسة.

GEM DIALKYL RULE
قاعدة الجم ثنائي الألكيل

أشار إنغولد إلى أن مجموعة الجِم الألكيلية تؤثر في استقرار التربينويدات.

وقد لخّص هذه النتائج على شكل قاعدة تُسمّى **قاعدة الجِم ثنائي الألكيل**، ويمكن صياغتها كما يلي:

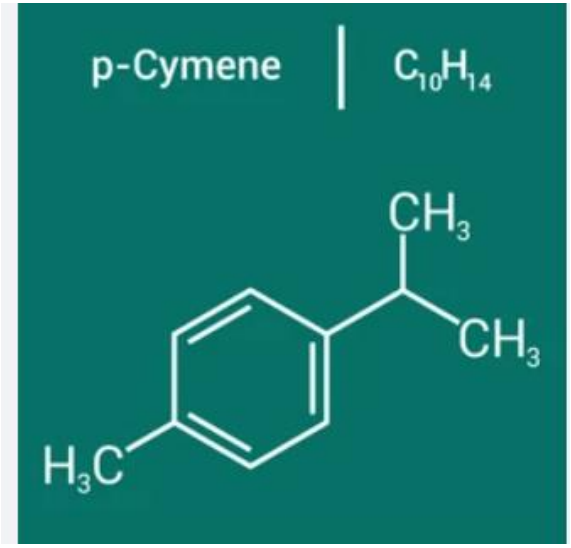
«تميل مجموعة الجِم ثنائي الألكيل إلى جعل حلقة السيكلوهكسان غير مستقرة، في حين أنها تُكسب الاستقرار للحلقات المكوّنة من ثلاث وأربع وخمس ذرات.»

GEM DIALKYL RULE
قاعدة الجم ثنائي الألكيل

تقيد هذه القاعدة عدد الهياكل الممكنة عند تحويل السلسلة المفتوحة إلى هيكل حلقي. لذلك، تعطي التربينويدات الأحادية ذات السلسلة المفتوحة احتمالًا واحدًا فقط لتكوين تربينويد أحادي الحلقة،

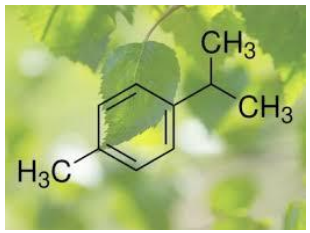
وهو هيكل

p-.سيمين



- جميع التربينويدات الأحادية الطبيعية مشتقة من

p-.سيمين

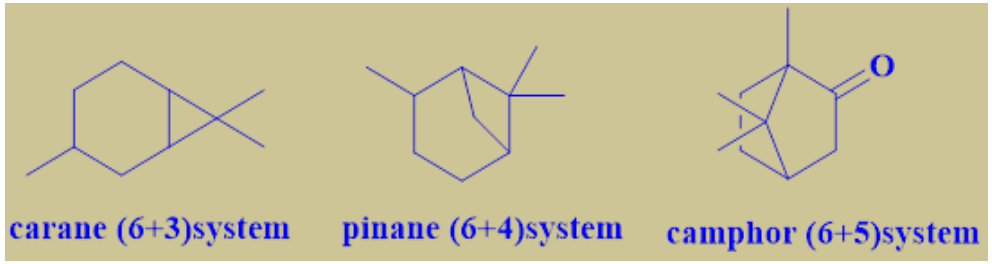


GEM DIALKYL RULE
قاعدة الجم ثنائي الألكيل

تحتوي التربينويدات الأحادية ثنائية الحلقات على حلقة مكونة من ست

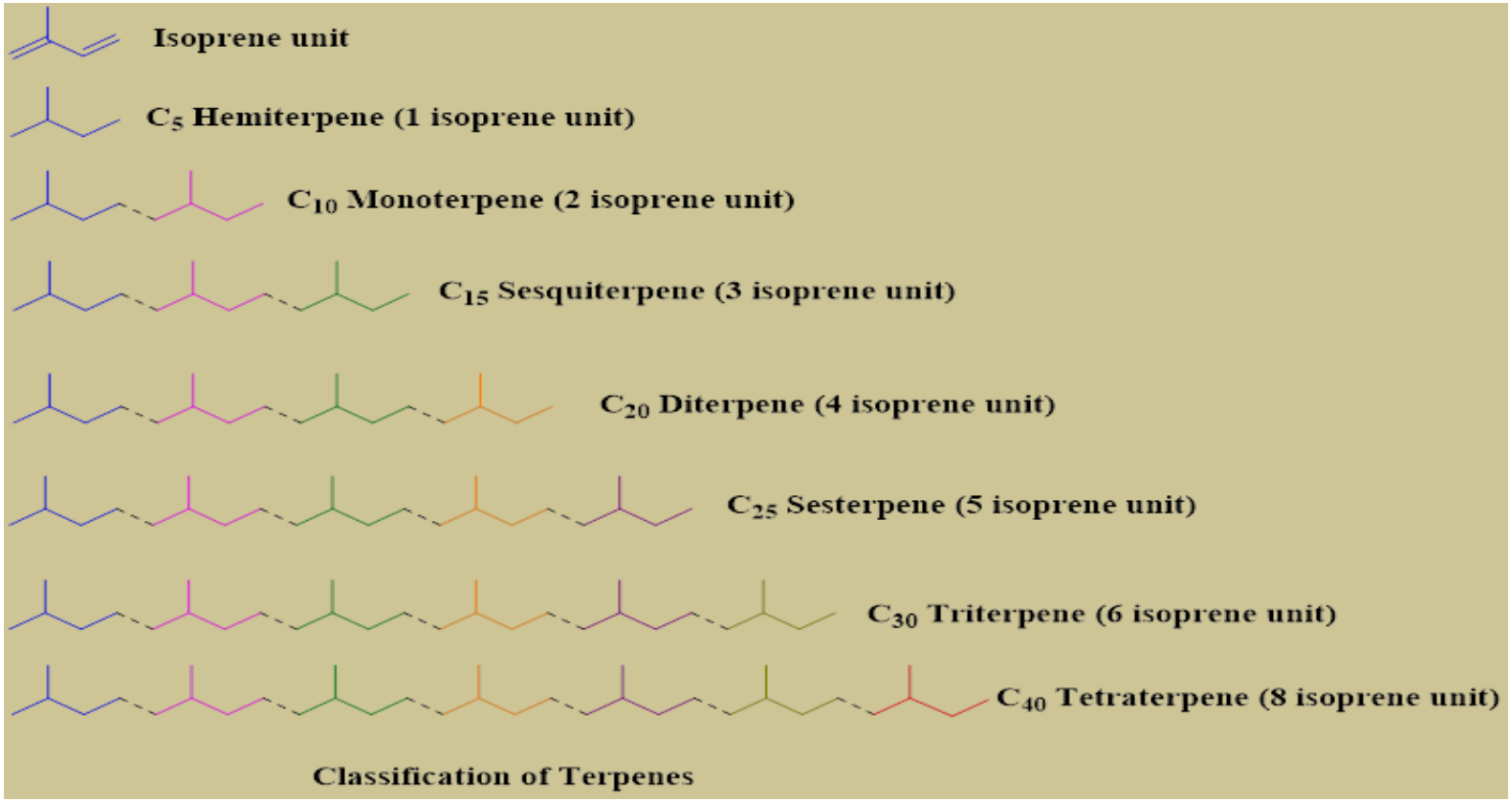
ذرات وحلقة أخرى مكونة من ثلاث أو أربع أو خمس ذرات.
اكتشف إنغولد أيضًا أن حلقات السيكلوبروبان والسيكلوبوتان تحتوي على
مجموعة **جِم ثنائي الميثيل** لجعلها مستقرة بما فيه الكفاية.

وبالتالي، يؤدي إغلاق سلسلة التربينويد الأحادية المكونة من عشرة كربونات إلى ثلاثة هياكل ثنائية الحلقات ممكنة.

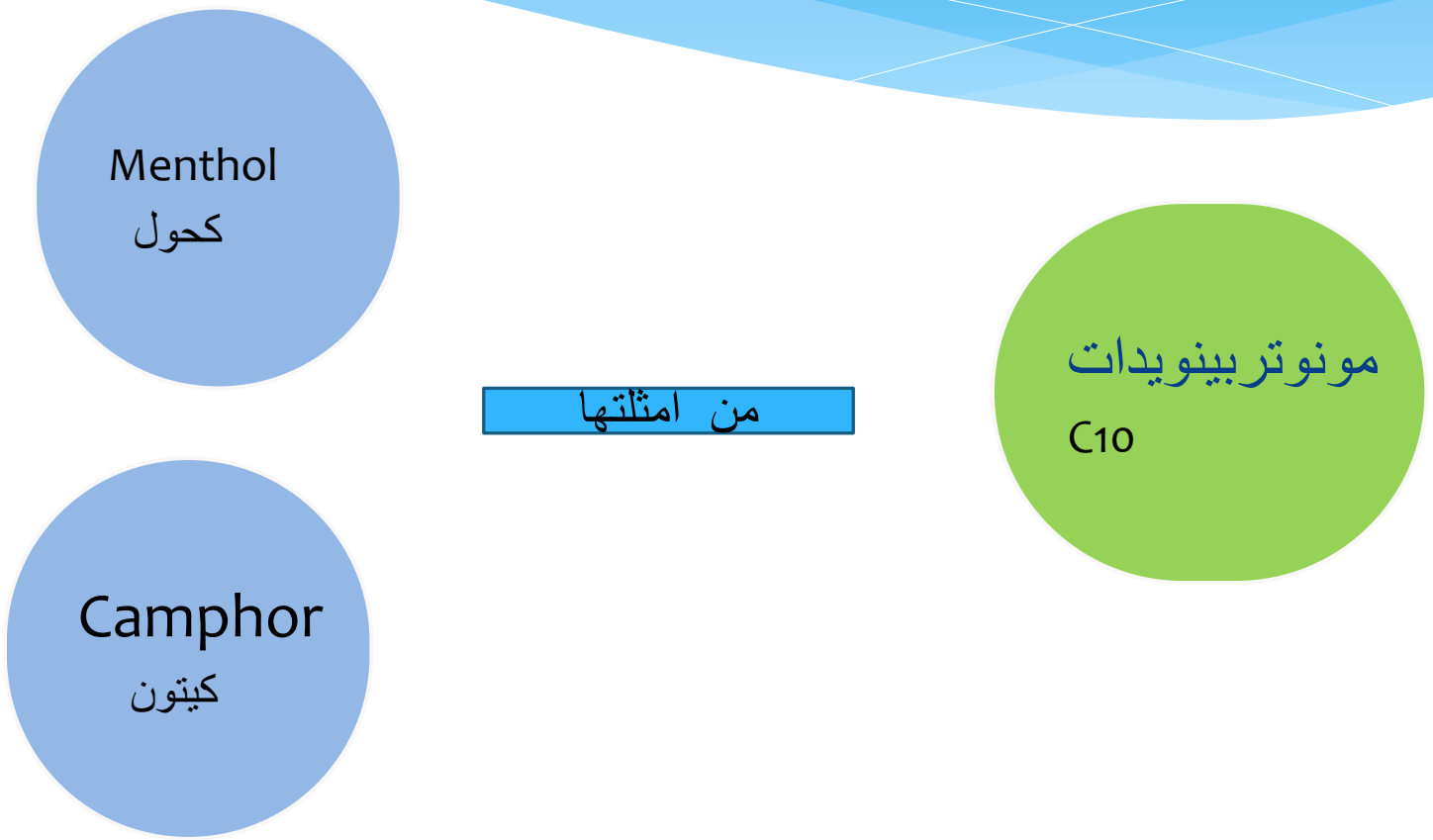


CLASSIFICATION OF TREPENOIDS

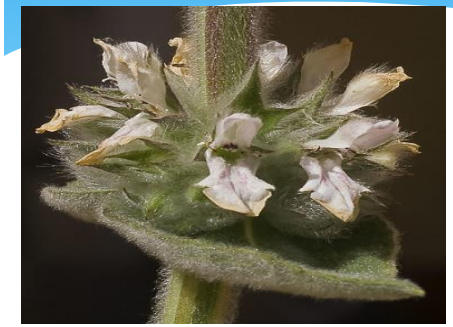
تنقسم التربينويدات اعتمادًا على وحدات الكربون فيها (وحدات الإيزوبرين) كما هو موضح أدناه.



تصنيف التربينويدات (حسب عدد وحدات الإيزوبرين)



1. MONOTERPENES



تتكون التربينات الأحادية من 10 ذرات كربون مكوّنة من وحدتين إيزوبرين، ولها الصيغة الجزيئية

$C_{10}H_{16}$

- توجد طبيعيًا في الزيوت الأساسية والزيوت الثابتة للنباتات ومصادرها المرتبطة بها.

- المركبات التي تنتمي إلى هذه الفئة تمتلك عادةً رائحة قوية ومميزة، وتُستخدم في العديد من شركات الصناعات الدوائية.
- تُستعمل خلطات من زيوت مختلفة قائمة على المونوتربينات كمواد عطرية في صناعة العطور وفي مستحضرات التجميل الأخرى.

- معظم المونوتربينات ذات نشاط حيوي ولها فعالية قوية مضادة للبكتيريا.
- أظهرت عدة دراسات نشاطًا مضادًا للأورام داخل المختبر وداخل الكائن الحي (العديد من الزيوت الأساسية المستخلصة من النباتات.

- تم ربط النشاط المضاد للأورام للزيوت الأساسية للعديد من الأنواع النباتية بوجود المونوتربينات في تركيبها.

CLASSIFICATION

تُقسَّم المونوتربينات من حيث التركيب البنيوي إلى ثلاثة أنواع من المركبات اعتمادًا على عدد الحلقات الموجودة فيها، وهي:

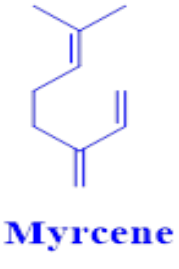
- المونوتربينات اللا حلقيةAcyclic monoterpenes
- المونوتربينات أحادية الحلقةMonocyclic monoterpenes
- المونوتربينات ثنائية الحلقةBicyclic monoterpenes

ACYLIC MONOTERPENES
المونوتربينات اللا حلقية

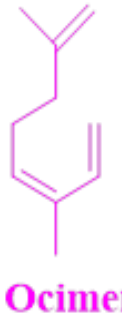
- **Myrcene ($C_{10}H_{16}$)**

Bay

Verbena



Ocimene ($C_{10}H_{16}$)



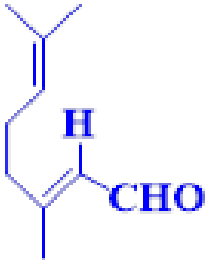
ACYLIC MONOTERPENES
المونوتربينات اللا حلقية

- **Citral ($C_{10}H_{16}O$)**

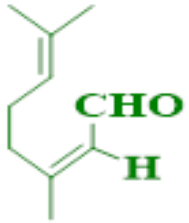
يُعدّ هذا المركب عضوًا مهمًا من المونوتربينات اللاحلقية، لأن تراكيب معظم المركبات الأخرى في هذه المجموعة تعتمد على تركيب السترال. ينتشر السترال على نطاق واسع، ويوجد بنسبة تتراوح بين 60–80٪ في زيت حشيشة الليمون. السترال سائل له رائحة الليمون. ويمكن أن يوجد

على شكل متماكبين هندسيين

(Isomers)



Trans form
Citral-a
Geranial

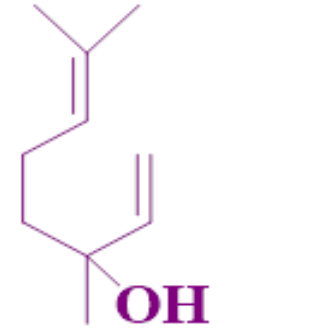


Cis form
Citral-b
Neral

Lemon grass plant

ACYLIC MONOTERPENES
المونوتربينات اللا حلقية

- **Linalool ($C_{10}H_{18}O$)**
- هذا مركب نشط بصريًا؛ إذ يوجد الشكل (–) في زيت الورد، بينما يوجد الشكل (+) في زيت البرتقال.

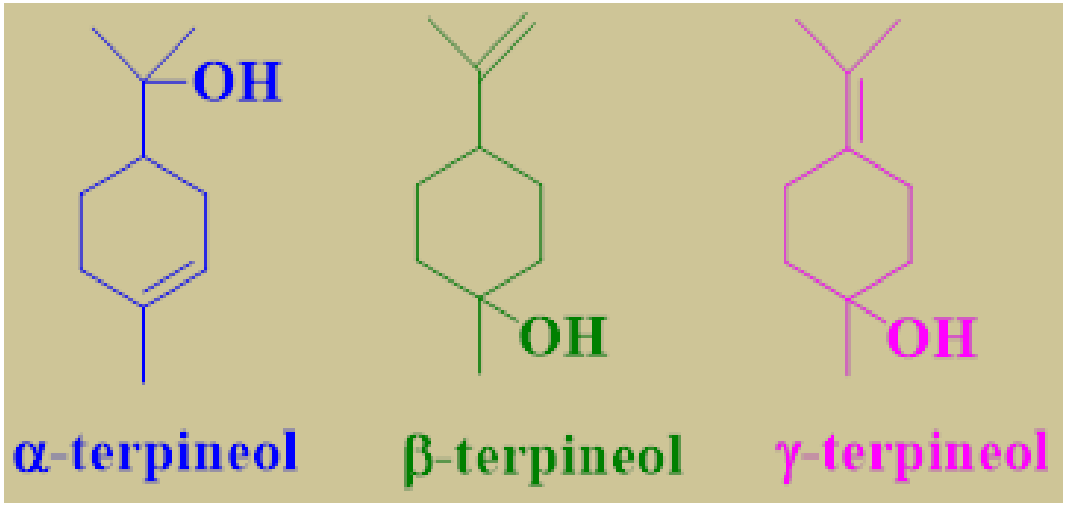


(±)-Linalool

LAVENDER

MONOCYLIC MONOTERPENES
المونوتربينات أحادية الحلقة

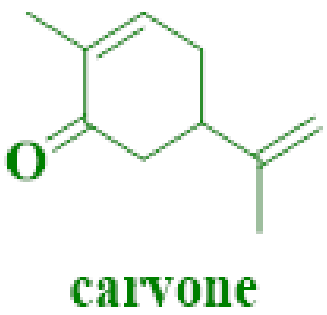
* **Alpha-terpineol**
  - Two other terpineols β-terpineol and γ-terpineol are also known.



MONOCYLIC MONOTERPENES
المونوتربينات أحادية الحلقة

Carvone $C_{10}H_{14}O$

يوجد هذا المركب في العديد من الزيوت الأساسية مثل زيت النعناع

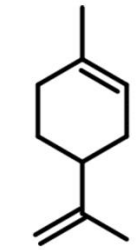


MONOCYLIC MONOTERPENES
المونوتربينات أحادية الحلقة

- **Limonene $C_{10}H_{16}$**

هذا مركب نشط بصريًا؛ إذ يوجد الشكل (+) في زيت الليمون وزيت البرتقال،

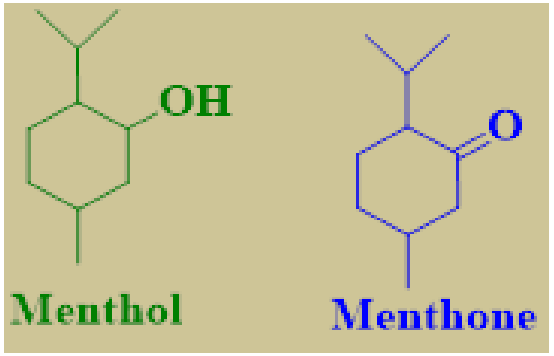
في زيت النعناع الفلفلي



Limonene

MONOCYLIC MONOTERPENES
المونوتربينات أحادية الحلقة

- **Menthol and Menthone**



Menthol

Natural menthone

Menthol vs Menthone
مقارنة

Menthone	Menthol	الخاصية
كيتون تربيني	كحول تربيني	النوع
C=O	–OH	المجموعة الوظيفية
أقل	أعلى	النشاط الحيوي
سائل	صلب	الحالة الفيزيائية
ضعيف يساهم في الرائحة والنكهة، لكنه أقل تأثيرًا دوائيًا.	قوي هو المركب المسؤول عن التأثير الفسيولوجي المبرد	الإحساس المبرد

تصنيف التربينويدات (حسب عدد وحدات الإيزوبرين)

سيسكويتربينويدات
C15

من امثلتها

Artemisinin
مضاد ملاريا

ديتربينويدات
C20

من امثلتها

Taxol
مضاد للسرطان

تصنيف التربينويدات (حسب عدد وحدات الإيزوبرين)

Saponins

Steroids

من امثلتها

تريتربينويدات
C30

Carotenoids (β-carotene)

من امثلتها

تترا تربينويدات
C40

BICYCLIC MONOTERPENES
المونوتربينات ثنائية الحلقة

يمكن تقسيم المونوتربينات ثنائية الحلقة إلى ثلاث فئات اعتمادًا على حجم الحلقة الثانية، حيث تكون الحلقة الأولى في جميع الفئات سداسية الأعضاء.

الفئة الأولى: حلقة سداسية + حلقة ثلاثية

الفئة الثانية: حلقة سداسية + حلقة رباعية

الفئة الثالثة: حلقة سداسية + حلقة خماسية

- **Class 1: 6- + 3-membered ring**
- **Class 2: 6- + 4-membered ring**
- **Class 3: 6- + 5-membered ring**

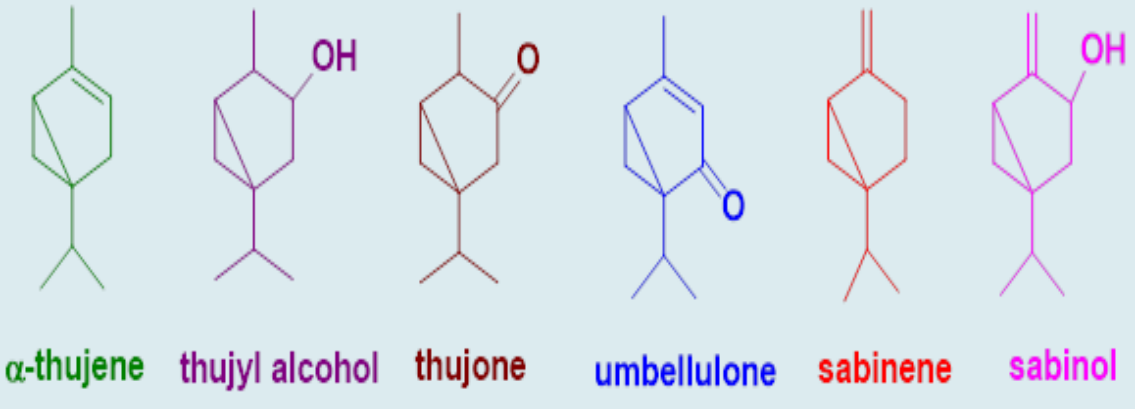
ومن المهم ملاحظة أن الحلقتين لا تقعان في مستوى واحد، بل تكونان متعامدتين تقريبًا على بعضهما البعض.

BICYCLIC MONOTERPENES
المونوتربينات ثنائية الحلقة

- **Class 1: 6- + 3-membered ring**

Example :

- **Thujone and its derivatives**



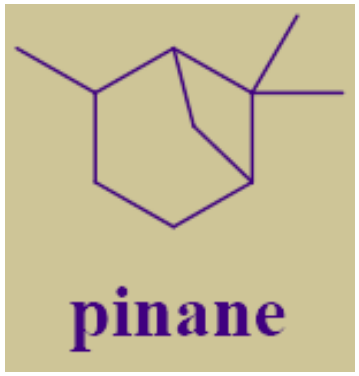
BICYCLIC MONOTERPENES
المونوتربينات ثنائية الحلقة

- **Class 2: 6- + 4-membered ring**

Example :

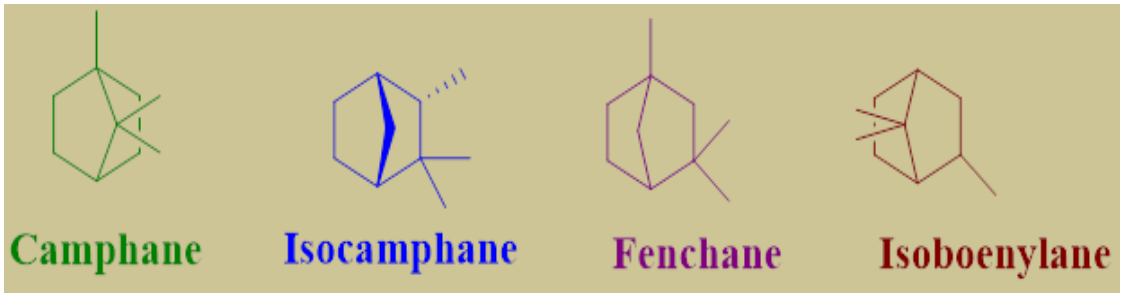
Pinane

ألفا-بينين هو أهم مركب في هذه المجموعة ويوجد في زيت التربنتين. وهو سائل، درجة غليانه 156°م.



BICYCLIC MONOTERPENES
المونوتربينات ثنائية الحلقة

- **Class 3: 6- + 5-membered ring**
- **Camphane:**
- Camphane $C_{10}H_{18}$
- هو مركب صلب صناعي، ويمكن تحضيره من الكافور. والكامفان مركب غير نشط بصريًا.



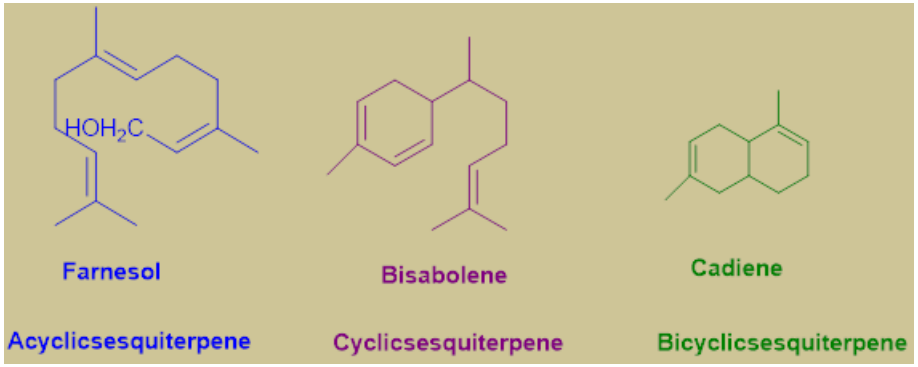
SESQUITERPENES
السيكوترينات

السيكوترينات هي فئة من المستقلبات الثانوية تتكون من ثلاث وحدات إيزوبرين ($C_{15}H_{24}$).

كما توجد السيكوترينات على شكل حلقة لاكتون.

يحتوي العديد من اللبّات في النباتات المنتجة للللب على السيكوترينات، وتُعدّ هذه المركبات قوية كمضادات ميكروبية وكمبيدات للحشرات.

أرتيميسينين، وهو لاكتون سيكوتريني، يعد أحد أكثر المركبات نشاطًا توجد السيكوترينات على أشكال خطية وحلقية وثنائية الحلقة.



DITERPENES
الديتيربينات

ينتمي الديتيربينويدات إلى فئة متعددة الاستخدامات من المركبات الكيميائية وتتكون $C_{20}H_{32}$ الموجودة في مصادر طبيعية مختلفة، ولها الصيغة الجزيئية من أربع وحدات إيزوبرين.

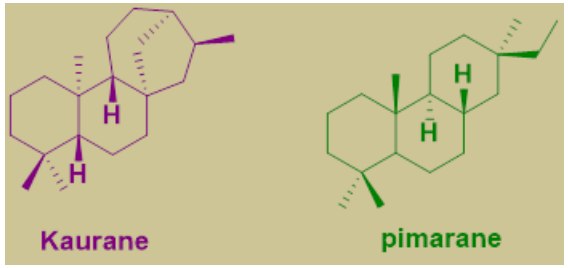
DITERPENES
الديتيربينات

أظهرت هذه الفئة من المركبات نشاطات بيولوجية ملحوظة، بما في ذلك:

- مضاد الالتهابات
- مضاد الميكروبات
- مضاد السرطان
- مضاد الفطريات

بعض الديتيربينات لها أيضًا نشاط على القلب والأوعية الدموية، مثل:

- Grayanotoxin غرايانوتوكسين



- Forskolinفورسكولين
- Eleganolone إليجانولون
- Marrubenol ماروبينول
- deoxyandrographolideديوكسي أندروغرافيوليد ––

TRITERPENES

تحتوي على 30 ذرة كربون وتتكون من 6 وحدات إيزوبرين.

تُشتق التريتربينات من مسار التكوّن الحيوي للسكوولين

تحتوي التريتربينات على العديد من مجموعات الميثيل، ويمكن أكسدتها لتتحول إلى:

- كحوليات
- ألدهيدات
- أحماض كربوكسيلية

مما يجعلها مركبات معقدة ويميزها بيولوجيًا.

تمتلك التريتربينات العديد من المواقع النشطة للكليكوزلة، والتي تحولها إلى فئة كبيرة أخرى من المركبات تُعرف باسم الصابونينات

POLYTERPENOIDS

تم أيضًا تحديد الهيدروكربونات الإيزوبرينيدية البوليمرية.

المطاط هو بلا شك أكثر المركبات شهرة والأكثر استخدامًا من هذا النوع.

يوجد المطاط على شكل معلق غروي يُسمّى **اللبّ** (في عدد من النباتات، بدءًا من نبات الهندباء وحتى شجرة المطاط)

المطاط هو بوليين (، ويظهر جميع التفاعلات المتوقعة لوظيفة **C=C.**
يضيف البروم والهيدروكلوريد والهيدروجين بكمية تعادل مول واحد لكل وحدة إيزوبرين.

يُنتج التحليل بالأوزون للمطاط مزيجًا من حامض الليفولينيك (والألدهيد المقابل.

الأهمية الحيوية للتربينويدات

في النباتات:

الدفاع ضد الحشرات

تنظيم النمو

مركبات إشارية

في الإنسان:

نشاطات:

مضادة للأكسدة

مضادة للالتهاب

مضادة للسرطان

مضادة للميكروبات

تطبيقات:

أدوية

عطور

نكهات

أغذية وظيفية

معلومات عامة

- التربينويدات:
  - ليست مجرد نواتج ثانوية
  - بل **جزيئات منظمة للمسارات الحيوية**
- التكوين الفراغي حاسم في النشاط
- كثير منها يعمل عبر:
  - مستقبلات
  - أغشية خلوية
  - مسارات إشارة خلوية

القلويدات vsالفينولات vsالتربينويدات

Structural originالأصل البنيوي

الخاصية	التربينويدات Terpenoids	الفينولاتPhenolics	القلويداتAlkaloids
الوحدة البنائية	وحدات إيزوبرين C_5H_8	حلقة أروماتية + OH	أحماض أمينية
الذرات المميزة	C, H, غالبًاO	C, H, O	C, H, N
القاعدية	غير قاعدية	غير قاعدية غالبًا	قاعدية

القلويدات vsالفينولات vsالتربينويدات

Biosynthetic pathwaysالمسارات الحيوية

المسار الحيوي	المركب
MEP pathwaysو MVA	التربينويدات
Shikimate pathway و Phenylpropanoid pathway	الفينولات
مشتقة من الأحماض الأمينية Tryptophan, Tyrosine, Ornithine…	القلويدات

القلويدات vsالفينولات vsالتربينويدات

Biological activityالفعالية الحيوية

الفئة	أبرز الفعاليات
التربينويدات	مضادة للالتهاب، مضادة للسرطان، تنظيم هرموني
الفينولات	مضادة للأكسدة، مضادة للالتهاب، وقائية
القلويدات	عصبية، قلبية، مسكنة، مضادة للطفيليات

القلويدات vsالفينولات vsالتربينويدات

العلاقة بين التركيب والفعالية

الفئة	الفعالية
التربينويدات	يعتمد على التكوين الفراغي والأكسدة
الفينولات	يعتمد على عدد وموقع مجموعات OH
القلويدات	يعتمد بشدة على موقع N والتكوين الفراغي

القلويدات vsالفينولات vsالتربينويدات

التوافر الحيوي والسمّية

القلويدات	الفينولات	التربينويدات	الخاصية
مرتفع	منخفض غالبًا	متوسط	التوافر الحيوي
مرتفعة	منخفضة	منخفضة–متوسطة	السمية
ضيق	واسع	واسع نسبيًا	الهامش العلاجي

القلويدات vsالفينولات vsالتربينويدات

التطبيقات الدوائية

الفئة	أمثلة
التربينويدات	Taxol ،Artemisinin
الفينولات	Catechins ،Resveratrol
القلويدات	Morphine ،Quinine ،Atropine

اسئلة حول المحاضرة

اختار تربين واحد وذكر:

- مصدره الطبيعي
- تركيبه
- أهم استخداماته الحيوية أو الصناعي

لماذا تُستخدم المركبات الفينولية كمضادات أكسدة في الأغذية؟

اذكر استخدامين دوائيين لكل من:
القلويدات التربينات

صح أم خطأ

جميع التربينات تحتوي على ذرة نيتروجين.

الفينولات مركبات ثانوية ذات نشاط بيولوجي مهم.

القلويدات غالبًا ما تكون قاعدية التفاعل.

THANK YOU