

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة جيجل



جامعة محمد الصادق بن عبد الحميد
كلية علوم الطبيعة والحياة
المكتبة 4363
رقم الجرد :

BV. 20108

قسم: علم البيئة والمحيط
فرع: بيوفيزيولوجيا النبات
مذكرة التخرج للحصول على شهادة الدراسات العليا

(D.E.S)
موضوع المذكرة

الميثوليزم التثوي و الفعالية البيولوجية لتبنة الشاي الأخضر



Camellia sinensis



تقدم من طرف:
زيتوني رشيدة
فردوح منال



أعضاء لجنة المناقشة :
رئيس لجنة المناقشة: س. معاش ب
الأستاذ الممتحن: س. رويح م
الأستاذة المشرفة: س. كبيش ز

دورة جوان 2008

رقم الرتبة:

تشكرات

بسم الله الرحمن الرحيم

« ربي أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي
و علي والدي و أن أعمل صالحا ترضاه و أدخلني
في عبادك الصالحين».

نفتح تشكرنا بحمد الله على نعمه التي أنعمها علينا و الذي ألهمنا الصبر و المثابرة
لتحقيق هذا العمل.

و لا يفوتنا أن نتقدم بالشكر الجزيل إلى كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد في إنجاز
هذه المذكرة و نخص بالذكر:

الأستاذة التي تفضلت بالإشراف على مذكرتنا بنصائحها القيمة وتوجيهاتها "لقرون

زهور" و إلى الأستاذ "معايش.ب" والأستاذ "روبيح.م"

كما نتقدم بالشكر الجزيل إلى كل أساتذة البيولوجيا الذين أشرفوا على تكويننا.

الإهداء

انتظرت بأمل وشوق سنين طويلة لحظة إنهاء مشواري
الدراسي وتخرجي الذي كل بنيل شهادة الدراسات العليا
فحمد الله الذي وفقنا وهدانا إلى نور العلم أهدي ثمرة
جهدي إلى أمز رجل بهذا الوجود إلى الذي كان دافعي
للنجاح ونمروني بعاطفة وكان رمز العطاء الدائم ولا زال:

أبي العزيز أطال الله عمره وأمدّه بالصحة والعافية
إلى التي جعلتني أنفض بعد كل سقوط إلى منبع سعادتني
والصدر الوحيد الذي أطمئن في حضنه: أمي الغالية أطال
الله عمرها وأمدّها بالصحة والعافية

إلى أخواتي: سعيدة، فهيمة، نوارة و سامية

إلى بنات أختي: ابتسام، نبيلة ولامية

إلى كل طلبة البيوفيزيولوجيا نبات دفعة 2008

إلى الكتكوتة يسرى

إلى اللواتي أطمئن وأنا معهن وأحبهن دون حدود: نبيلة

مريم- سعيدة - سناء

إلى الرفيقة: منال

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل

رشيدة. ز

୩୩୩

୨୦୦୮ ମସିହା ଅକ୍ଟୋବର ୧୯ ତାରିଖରେ ୮୦୦୮

ନିମ୍ନଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ଉପରେ ଆଧାର କରି, ଉପରୋକ୍ତ ବିଷୟରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ

ନିମ୍ନଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ଉପରେ ଆଧାର କରି, ଉପରୋକ୍ତ ବିଷୟରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ

ନିମ୍ନଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ

ନିମ୍ନଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ

ନିମ୍ନଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ

ନିମ୍ନଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ

ନିମ୍ନଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ

ନିମ୍ନଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ

ନିମ୍ନଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ

قائمة المختصرات

- MVA** : Mevalonate
DMAPP : Mevalonate pyrophosphate
IPP : Pyrophosphate Isopentenyle
GAP : glycéraldéhyde 3-P
CHS : Chalcon synthase
CHI : Chalcon flavonoide isomérase
GT : glucosyltransférases
C : Catéchine
EC : Epicatéchine
EGC : Epicallocatéchine
ECG : Epicatéchine gallate
EGCG : Epicallocatéchine gallate

قائمة الأشكال

| الصفحة | الأشكال |
|--------|---|
| 2 | الشكل 01 : نبتة الشاي الأخضر <i>Camellia sinensis</i> |
| 2 | الشكل 02: أوراق و أزهار و ثمار نبتة الشاي الأخضر |
| 3 | الشكل 03 : أوراق و أزهار نبتة الشاي الأخضر <i>Camellia sinensis</i> |
| 3 | الشكل 04 : زهرة <i>Camellia sinensis</i> |
| 3 | الشكل 05 : توزيع نسبة الإنتاج العالمي للشاي الأخضر |
| 4 | الشكل 06 : حقل يبين زراعة الشاي |
| 6 | الشكل 07 : القطف اليدوي لأوراق الشاي الأخضر |
| 6 | الشكل 08 : القطف الميكانيكي لأوراق الشاي الأخضر |
| 7 | الشكل 9: المراحل الأساسية لمعالجة أوراق <i>Camellia sinensis</i> بعد القطف |
| 8 | الشكل 10 : يبين العلاقة بين الميثابوليزم الأولي والميثابوليزم الثانوي |
| 9 | الشكل 11: الهيكل القاعدي للفلافونويدات |
| 13 | الشكل 12: العلاقة بين الميثابوليزم الأولي والميثابوليزم الثانوي |
| 15 | الشكل 13: بنية التانين المكثف |
| 15 | الشكل 14: المراحل الأساسية لتشكيل الخشبين |
| 17 | الشكل 15: صيغة الإيزوبرين <i>Isoprène</i> |
| 18 | الشكل 16: صيغ بعض مركبات التربينات الأحادية |
| 19 | الشكل 17: بنية β - Cadinène |
| 19 | الشكل 18: بنية Squalène Cadinène |
| 20 | الشكل 19: بنية β -Carotene و <i>Lycopène</i> |
| 20 | الشكل 20: بنية gutta-percha و caoutchouc |
| 21 | الشكل 21: يبين مراحل تشكيل المركب β -hydroxy β -méthyl glutaryl-COA |
| 21 | الشكل 22: يبين مراحل تشكيل المركب IPP |
| 22 | الشكل 23: مراحل تشكيل IPP انطلاقا من 3-P glycéraldéhyde و pyruvate |
| 22 | الشكل 24: يبين مراحل تكاتف وحدات IPP لتشكيل مختلف التربينات |

| | |
|----|---|
| 29 | الشكل 25: تخليق قلويدات التروبان: الهيوسيامين و السكبولامين |
| 32 | الشكل 26: يبين المرحلة الأولى من أكسدة flavan-3-ols بانزيم Poly phenoloxydase و الميثال في حالة EGC |
| 32 | الشكل 27: الشكل يوضح آلية مرور orthoquinone إلى Theaflavine |
| 33 | الشكل 28: بعض الصيغ لمركبات Theaflavine |
| 33 | الشكل 29: آلية مرور orthoquinones إلى Theasinensis |
| 34 | الشكل 30: بنية الكافيين، الثيوبرومين والثيوفيلين |

قائمة الجداول

| الصفحة | الجدول |
|--------|---|
| 5 | الجدول رقم I: تأثير إضافة كربونات الكالسيوم (الجير) للأسمدة النيتروجينية على الجزء الخضري لنبات الشاي |
| 11 | الجدول رقم II: يلخص الأقسام المختلفة للفلافونويدات |
| 25 | الجدول رقم III: يمثل تصنيف القلويدات حسب الأنوية التي تحتويها |
| 27 | الجدول رقم IV: يوضح بعض القلويدات الهامة وأماكن توأجدها بأجزاء النبات المختلفة |
| 31 | الجدول رقم V: يبين الكاتشينات الأساسية في الشاي الأخضر |

| الصفحة | الفهرس |
|---------|----------------------|
| i..... | قائمة المختصرات..... |
| ii..... | قائمة الأشكال..... |
| iv..... | قائمة الجداول..... |
| 1..... | المقدمة..... |

الفصل الأول دراسة نبتة الشاي الأخضر *Camellia sinensis*

| | |
|--------|--|
| 2..... | 1- تصنيف نبتة الشاي الأخضر <i>Camellia sinensis</i> |
| 2..... | 2- الفصيلة الشانيةة Theaceae..... |
| 2..... | 3- جنس الكاميليا <i>Camellia</i> |
| 3..... | 4- النوع الشاي الأخضر <i>Camellia sinensis</i> |
| 3..... | 5- الموطن الأصلي..... |
| 4..... | 6- زراعة الشاي الأخضر <i>Camellia sinensis</i> |
| 4..... | 6-1 الظروف البيئية..... |
| 4..... | 6-2 ميعاد الزراعة..... |
| 4..... | 6-3 طريقة زراعة الشاي الأخضر..... |
| 5..... | 6-4 الري..... |
| 5..... | 6-5 التسميد..... |
| 5..... | 6-6 التقليم..... |
| 6..... | 6-7 مقاومة الأمراض..... |
| 6..... | 6-8 مقاومة الحشرات..... |
| 6..... | 6-9 جمع المحصول..... |
| 7..... | 7- طريقة تجهيز أوراق الشاي الأخضر <i>Camellia sinensis</i> |
| 7..... | 8- التطور التاريخي لظهور الشاي الأخضر <i>Camellia sinensis</i> |
| 7..... | 9- التركيب الكيميائي للشاي الأخضر <i>Camellia sinensis</i> |

الفصل الثاني: الميثابوليزم الثانوي

| | |
|--------|--|
| 8..... | أولاً: تعريف الميثابوليزم الثانوي..... |
| 8..... | ثانياً: متعددات الفينول Polyphenols..... |
| 8..... | 1- المركبات البسيطة..... |
| 9..... | 1-1- الفلافونويدات Les flavonoides..... |
| 9..... | 1-1-1- تعريف الفلافونويدات..... |
| 9..... | 1-1-1-1- خصائص الفلافونويدات..... |
| 9..... | أ- الدوباتية..... |
| 9..... | ب- البنية..... |
| 9..... | ج- التقسيم..... |

- 9.....ج1- الفلافون و الفلافونول Flavonols et Flavones
- 10.....ج2- الفلافونون Flavonones
- 10.....ج3- الفلافونويدات الثنائية Biflavonoides
- 10.....ج4- الشالكونات و الأورونات Chalcone et Aurone
- 11.....ج5- الأنتوسياندين Anthocyanidines
- 11.....1-1-1-2- تخليق الفلافونويدات
- 11.....أ- طريقة الشيكيميك Shikimique
- 12.....ب- طريقة الخلات
- 14.....1-1-1-3- أهمية الفلافونويدات
- 14.....أ- الدور البيولوجي للفلافونويدات
- 14.....ب- الدور الفيزيولوجي للفلافونويدات
- 14.....2- المركبات المكثفة
- 14.....1-2- التانين Tanins
- 14.....أ- التانينات الذوابة في الماء
- 14.....ب- التانينات المكثفة
- 15.....2-2- الخشبين Lignine
- 16.....ثالثا : الزيوت الطيارة Les huils essentielle
- 16.....1- تعريف الزيوت الطيارة
- 16.....2- أماكن تواجد الزيوت الطيارة و توزيعها
- 16.....3- تصنيف الزيوت الطيارة
- 16.....1-3- المركبات الهيدروجينية
- 16.....1-1-3- الكحولات
- 16.....أ- الكحولات الأليفاتية
- 16.....ب- الكحولات العطرية
- 16.....ج- التربينات الكحولية
- 16.....د- السيكسوتربينات الكحولية
- 16.....3-1-2- الأدهيدات
- 17.....3-1-3- الأستيرات
- 17.....3-1-4- الكيتونات
- 17.....2-3- المركبات العطرية
- 17.....3-3- المركبات الهيدروجينية (التربينات)
- 17.....3-1-3- تقسيم التربينات
- 17.....أ- التربينات الأحادية Monoterpenes
- 18.....ب- السيكسوتربينات Sesquiterpènes

| | |
|---------|--------------------------------------|
| 19..... | ج- التربينات الثنائية Diterpenes |
| 19..... | د- التربينات الثلاثية Triterpenes |
| 19..... | هـ- التربينات الرباعية Tetraterpenes |
| 20..... | و- التربينات العديدة Polyterpenes |
| 20..... | 2-3-3- بناء التربينات |
| 20..... | أ- المنهج الأول |
| 21..... | ب- المنهج الثاني |
| 22..... | 3-3-3- أهمية التربينات |
| 23..... | رابعاً: القلويدات Les alcaloïdes |
| 23..... | 1- تعريف القلويدات |
| 23..... | 2- تسمية القلويدات |
| 23..... | 3- تصنيف القلويدات |
| 23..... | 1-3- القلويدات الحقيقية |
| 24..... | 2-3- القلويدات الأولية |
| 24..... | 3-3- القلويدات الكاذبة |
| 26..... | 4-3- خواص القلويدات |
| 26..... | أ- الخواص الكيميائية |
| 26..... | ب- الخواص الفيزيائية |
| 26..... | 3-5- النباتات المنتجة للقلويدات |
| 27..... | 3-6- توزيع القلويدات داخل النبات |
| 28..... | 3-7- أماكن تخليق القلويدات |
| 28..... | 3-8- التخليق الحيوي لقلويد التروبان |
| 30..... | 4- أهمية القلويدات |
| 30..... | 4-1- الأهمية بالنسبة للنبات |
| 30..... | 4-2- الأهمية الطبية |
| 30..... | 5- مضار القلويدات |

الفصل الثالث: الفعالية البيولوجية لنبته الشاي الأخضر *Camellia sinensis*

| | |
|---------|--|
| 31..... | 1- مواد الأيض الثانوي الفعالة في نبتة <i>Camellia sinensis</i> |
| 31..... | 1-1- متعددات الفينول الموجودة في <i>Camellia sinensis</i> |
| 31..... | 1-1-1- Flavan-3-ols |
| 32..... | أ- المركبات الناتجة من أكسدة Flavan-3-ols |
| 32..... | 1- الطريقة الأولى |
| 33..... | 2- الطريقة الثانية |
| 34..... | 3- الطريقة الثالثة |

المقدمة

خلق الله النبات على سطح الأرض وهو الذي يكون الغذاء الأساسي لكل مخلوق، ومنذ أن خلق الله الإنسان و الحيوان، وجدت الأمراض التي تنتابها لذلك أوجد مباشرة الدواء في غذائها، فجعل الإنسان يهتدي إلى النباتات الشافية من الأمراض، بالدراسة والتجارب والامتناع. وقد ظهرت في السنوات القليلة الماضية العودة إلى الأعشاب الطبيعية التي كان يستخدمها أجدادنا من قبل لعلاج بعض الأمراض التي تصيب أعضاء الجسم المختلفة دون ترك أي آثار جانبية [1]. وقد عرف العالم Dragendroff النبات الطبي على أنه "كل شيء من أصل نباتي ويستعمل طبيا فهو نبات طبي" [2]. ورغم التقدم الهائل للطب الحيوي ومزايهه، فإن طب الأعشاب لديه الكثير مما يقدمه، فلا ننسى أن البشر اعتمدوا طوال التاريخ، باستثناء الخمسين سنة الأخيرة، على النباتات لمعالجة أشكال الأمراض كافة، من العلل البسيطة، مثل السعال و الزكام إلى الأمراض التي تهدد الحياة مثل السل و الملاريا، و اليوم تعود العلاجات الشعبية إلى الواجهة لأن الأدوية الحيوية، التي كانت تتمتع فيما مضى بكفاية شبه كاملة ضد العدوى الخطيرة، أخذت تضعف فعاليتها، فقد طورت العضيات المعوية على مر السنين، مقاومة للأدوية المصنعة [3].

ويزداد الاهتمام بطب الأعشاب في جميع أنحاء العالم، ففي الغرب يذكر الناس أن خطر التأثيرات الجانبية للأدوية القوية هو السبب الذي دفعه للجوء إلى أدوية نباتية، وتتواصل الأبحاث لمعرفة المزيد عن طريقة عمل هذه النباتات و تعيين مكونات فعالة التي تمنحها الخصائص العلاجية، ويأمل العلماء أن تكشف هذه الأبحاث عن مواد فعالة نباتية جديدة يمكن أن تشكل في يوم من الأيام أساس الأدوية المكافحة للسرطان أو الإيدز.

ويمكن للمواد الكيميائية المستخلصة أن تكون قوية و فعالة للغاية في الكثير من الأحيان وقد تسبب تأثيرات كانت غير معروفة عندما كانت تستعمل النبتة بكاملها، ولا ننسى أن المكونات الفعالة مثل القلويدات، و الصبوغينات الموجودة في الأعشاب ليست مقتصره على النباتات التي نعتها بالأعشاب، فالفاكهة والخضر ومختلف المشروبات الغذائية الألوفا التي نتناولها لها خصائص طبية هامة اعتدنا الاستخفاف بها. ويتنوع التضاريس و الظروف المناخية و بالتالي تنوع الغطاء النباتي، انعكس ذلك على وجود العديد من الفصائل والأجناس والأنماط النباتية خاصة البرية منها ونظرا لكون الغالبية العظمى لهذه النباتات لم تمتد إليها يد الإنسان توجه الباحثون للتعرف عليها ودراستها .

قد اخترنا في بحثنا هذا نبات الشاي الأخضر *Camellia sinensis* لدراسته من حيث التركيب الكيميائي و الفعالية البيولوجية، حيث يعتبر شرابا شائعا ومألوفاً جدا لدرجة أننا ننسى أنه أيضا عشبه طبية فعالة، ويشرب الصينيون الشاي منذ القديم و يعتبرونه منبها و منشطا فعالا و قابضا يعمل على تنظيف الجسم من البلغم و دواء للجهاز الهضمي. وتم اختيار هذه المادة النباتية على أساس معايير كيميائية و بيولوجية فمن الناحية الكيميائية يتميز الشاي الأخضر باحتوائه على مركبات الأيض الثانوي القلويدات ، التربينات والفلافونويدات، أما من الناحية البيولوجية فتتمثل في خصائصه الطبية، حيث أظهرت الأبحاث التي أجريت في الشرق الأقصى أن بعض أصناف الشاي الأخضر *Camellia sinensis* تقلل من خطر الإصابة بسرطان المعدة [4]، إضافة إلى خصائص طبية أخرى نتعرف عليها لاحقا. وقد قسمنا بحثنا إلى ثلاث أقسام رئيسية:

القسم الأول: يضم دراسة نبتة الشاي الأخضر *Camellia sinensis*

القسم الثاني: الميتابوليزم الثانوي وقد تركزت دراستنا على الفلافونويدات، الزيوت الأساسية و القلويدات .

القسم الثالث: فيضم الفعالية البيولوجية لنبتة *Camellia sinensis* و يضم أهم المركبات الأيض الثانوي الفعالة في النبتة و العلاقة بين البنية و الفعالية.

1- تصنيف نبتة الشاي الأخضر *Camellia sinensis*

Règne : plantae
Sous règne : Tracheobionta
Division : Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida
Ordre : Theales
Famille : Theaceae
Genre : camellia
Espèce : *Camellia sinensis* [5]

الشكل 01: نبتة الشاي الأخضر *Camellia sinensis* [5]2- الفصيلة الشانية *Theaceae*

تحتوي هذه الفصيلة على 500-600 نوع و 30 جنس تنتشر في المناطق المدارية، وهي عبارة عن أشجار أو جنبات، دائمة الخضرة. أوراقها متناوبة بسيطة وكاملة أو مسننة. أزهارها مفردة وغير محددة البنية، الكأس يتألف من 4-7 سبلات و التويج من بتلات حرة تماما أو ملتحمة جزئيا من القاعدة، الأسدية عديدة [6]، المدقة بسيطة، والمبيض ثنائي أو عديد الحجيرات، كما تكون الثمرة عليية أو جوزيه، ونادرا ما تكون غنبية [7]، أما الزلال فيكون مختزل أو غائب في البذور [8]. كما في الشكل 02



الشكل 02: أوراق و أزهار و ثمار نبتة الشاي الأخضر [5].

3- جنس الكاميليا *Camellia*

أشجار أو جنبات دائمة الخضرة، الأوراق جلدية متعاقبة، الأزهار ضخمة حمراء أو بيضاء اللون، وقد تكون أحيانا عطرية، النوع الأساسي في هذا الجنس يدعى كاميليا اليابانية *Camellia sinensis* أو *Camellia japonica* [7].

4- النوع الشاي الأخضر *Camellia sinensis*

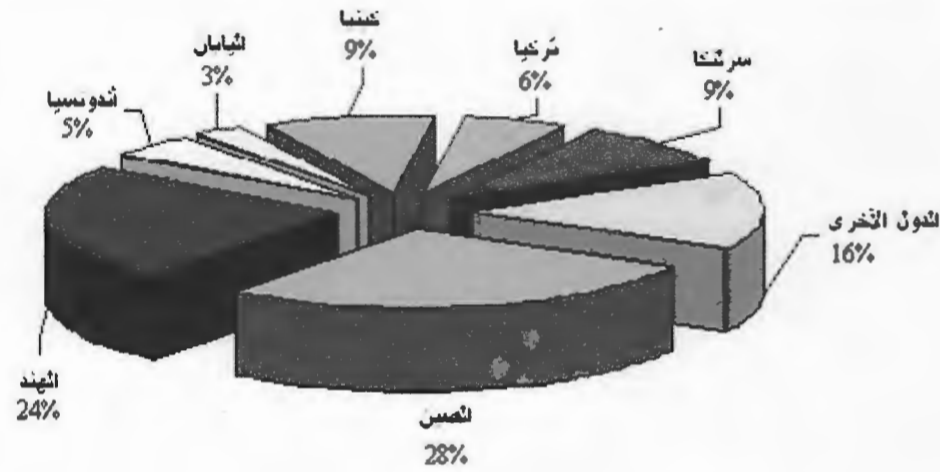
الشاي الأخضر *Camellia sinensis* نبات شجيري النمو، مستديم الخضرة، الأوراق رمحية الشكل و جلدية القوام مسننة الحواف تحتوي على العديد من الغدد الزيتية [2] كما في الشكل 03، الأزهار بيضاء مع خطوط صفراء على بتلاتها كما موضحة في الشكل 04، يبدأ استثمار شجيرة الشاي الأخضر في عامها الثالث وقد تنتج لمدة 50 سنة [9]، يمكن أن يصل ارتفاع شجيرة الشاي البرية إلى 10 أمتار، أما في الزراعة فيعتنى بها ويتم تقليمها على ارتفاع 1 إلى 15 متر [10].



الشكل 03: أوراق نبتة الشاي الأخضر *Camellia sinensis* [11]. الشكل 04: زهرة *Camellia sinensis* [11].

5- الموطن الأصلي

الموطن الأصلي للنبتة الشاي الأخضر *Camellia sinensis* الغابات الآسيوية و يزرع بكثرة في الهند، سرلنكا، الصين و في بلدان جنوب شرق آسيا [12]. وأهم البلدان المنتجة له الهند، الصين، باكستان، روسيا، فورموزا، الأرجنتين، كينيا، غينيا واليابان [13]. و الشكل 05 يبين التوزيع العالمي للشاي الأخضر.



الشكل 05: توزيع نسبة الإنتاج العالمي للشاي الأخضر [14].

6- زراعة نبتة الشاي الأخضر *Camellia sinensis*

1-6- الظروف البيئية

يزرع الشاي في مناطق عديدة، حيث المناخ المداري أو شبه مداري حيث درجة الحرارة 25°م، ويمكن للشاي الأخضر أن يتحمل درجة حرارة في الشتاء حيث تصل 15°م، ولكن بدون تشكيل الأوراق، يتخرب بسهولة عند سقوط الثلوج [15]، وتوجد شجيرات الشاي في معظم الأراضي خاصة الخفيفة منها والمعتدلة، أو المنخفضة الحموضة نوعا ما، والأراضي الجيدة الصرف والتهوية قد تؤثر بدورها على النمو الخضري للنباتات، وينعكس ذلك على الإنتاج الكلي من الأوراق كما يسبب الإصابات الفطرية والحشرية التي تؤدي إلى خفض الصفات الطبيعية والكميائية لأوراق الشاي بأنواعه المختلفة وسلالاته العديدة [13].

2-6- ميعاد الزراعة

يتم زراعته عموما بغرس جزء من غصن نبتة الشاي، الذي يحتوي على برعمين على الأقل [15]، كما يمكن زراعته أيضا بواسطة البذور، وأفضل ميعاد لزراعة البذور هو فصل الربيع، داخل أرض المشتلة وبعد عام تنقل الشتلات وتزرع في المكان المستديم على أن لا يقل طولها عن 50 سم [13].

3-6- طريقة زراعة الشاي الأخضر

يزرع في الأراضي الزراعية المنبسطة كما في الوديان والسهول، وذلك بتخطيط التربة بمساطب بعرض 100-120 سم وتغرس الشتلات في جور تكون المسافة بين النباتات حوالي 50-60 سم، وعدد النباتات في كل جورة تتراوح بين 2-3، أما الزراعة على سفوح الجبال يجب أن تكون على هيئة مدرجات كنتورية مع وضع الشتلات في صفوف طولية والمسافة بين الصف والأخر 100-150 سم وبين النبات والأخر 30-60 سم وكلما كانت الزراعة كثيفة كلما كان إنتاج الأوراق والبراعم الخضرية مرتفعة مع تحسين الصفات الطبيعية والكيميائية للأوراق والبراعم الخضرية مرتفعة مع تحسين الصفات خاصة اللون والطعم والرائحة، وأيضا تقليل الإصابة الفطرية والحشرية مع خفض التكاليف المادية لأن loladze عام 1977 ذكر أن مسافة الزراعة وكثافتها ذات تأثير هام على المحصول وصفاته الطبيعية عند زراعة شجيرات الشاي بمعدل 2-3 نبات لكل جورة حيث تصل الزيادة الإنتاجية حوالي 157% وتكون أفضل من الزراعة بمعدل 4 نباتات لكل جورة [13]. وتكون الزراعة كما موضحة في الشكل 06.



الشكل 06: حقل يبين زراعة الشاي [16].

4-6- الري

يتوقف المردود الإنتاجي للشاي على كمية مياه الري لفترات النمو المختلفة، لذلك يجب أن لا تقل كمية الأمطار السنوية عن 90 سم على مدار العام الواحد عند عدم توفر الري الصناعي وخاصة فوق سفوح الجبال. لأن العالم Salardini عام 1978 أثبت نجاح زراعة الشاي في المناطق المختلفة داخل إيران عندما تسقط الأمطار الطبيعية بمعدل 65 سم خلال فصلي الربيع والصيف وكان إنتاجها الورقي مرتفعا عن المناطق الأخرى التي تسقط فيها الأمطار بمعدل 35 سم. مع العلم أن الري الطبيعي بمعدل 42 سم خلال فترة النمو لا يكفي لنجاح زراعة الشاي إلا في وجود الري الصناعي سواء كان من الأنهار أو الآبار. وبناء على ذلك يجب أن يتكرر الري الصناعي مرتين خلال شهور الربيع والصيف ومرة واحدة خلال شهور الخريف والشتاء للحصول على أقصى معدل إنتاجي من الأوراق خلال العام الواحد لنباتات الشاي [13].

5-6- التسميد

شجيرات الشاي التي تبقى أكثر من نصف قرن في المكان المستديم، لذلك يجب العناية بتسميدها وتغذيتها بالأسمدة العضوية والمعدنية. ويمكن إضافة السماد البلدي بمعدل 15 طن للفدان الواحد شتاء والتسميد المتكامل صيفا والمتكون من الأزوت والفسفور والبوتاسيوم. حيث أعلن salardini عام 1978 أن الفدان الواحد يحتاج إلى 75 كيلوغرام من سلفات الأمونيوم +45 كيلوغرام من الفوسفات +45 كيلوغرام من سلفات البوتاسيوم.

بالإضافة إلى ذلك، ذكر كل من pethugode و krishnapillai عام 1980 أن التسميد الأزوتي من سلفات الأمونيوم مع كربونات الكالسيوم أفضل من إضافة الأسمدة الأزوتية الأخرى وهي مفردة أو مع الجير [13] كما مواضع بالجدول I:

الجدول رقم I: تأثير إضافة كربونات الكالسيوم (الجير) للأسمدة النيتروجينية على الجزء الخضري لنبات الشاي [13].

| المعاملات السمادية | مساحة الورقة سم ² /نبات | وزن السوق حم / نبات | وزن الأوراق حم / نبات | وزن الجذور حم / نبات | وزن الكلي حم / نبات |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| سلفات الأمونيوم | 315,3 | 3,9 | 3,2 | 1,8 | 6,9 |
| سلفات الأمونيوم + الجير | 1486,0 | 8,9 | 13,3 | 5,9 | 28,3 |
| ليوريا | 1024,0 | 8,3 | 10,9 | 4,9 | 24,2 |
| ليوريا + الجير | 1151,0 | 10,9 | 11,0 | 7,2 | 19,3 |

لذلك يفضل إضافة كربونات الكالسيوم مع التسميد المتكامل لزيادة إنتاجية الفدان من المحصول الورقي للشاي [13].

6-6- التقليم

قبل زراعة الشتلات لنبات الشاي في المكان المستديم، يمكن تقليم المجموع الجذري والنموات الطرفية للمجموع الخضري. وبعد الزراعة يجب تقليم النموات الطرفية للمجموع الخضري بطول 10-15 سم لشجيرات الشاي ذات العمر سنتين، وقد يتكرر التقليم مرة بعد ثلاث شهور في حالة الشتلات التي لم يقرط مجموعها الجذري والخضري قبل غرسها في المكان الدائم. كما يجب إزالة النموات الجافة والمكسورة والميتة خلال فصل الشتاء قبل التسميد ويتكرر هذا سنويا خلال فترة بقاء شجيرات الشاي في أماكنها المستديمة مع بقاء ارتفاعات شجيرات الشاي حوالي المتر أو الأكثر لسهولة قطف الأوراق والنموات الخضرية.

كما يجب التخلص من الحشائش النامية بين شجيرات الشاي يدويا أو كيميائيا باستعمال مبيدات الحشائش. منها ديوران Diuran أو الأترازين Atrazine بمعدل 16 رطل أو 24 رطل/فدان على الترتيب [13].

7-6- مقاومة الأمراض

نبات الشاي يصاب بعدة أمراض فطرية خطيرة مسببة نقصا في النمو الخضري والإنتاج الورقي لها وأهم هذه الأمراض هي كالآتي:

- أ- مرض العفن الأسمر الذي يصيب الأوراق ومسببه الفطر *Pellicularia sp.* ويقاوم بالرش الكيماوي باستعمال المبيد المعروف باسم Carbendazin بتركيز 0,2%.
- ب- مرض الصدا الذي يصيب الأوراق ويظهر على هيئة بقع حمراء اللون والفطر المسبب هو *Cerhaleuros sp.* ويقاوم بالرش بمحلول ميثيل البارثيون+الكالئين+بيرينكس بنسب 0,1%، 0,3% و 0,2% على التوالي.
- ج- مرض اللفحة والمسبب الفطر *Exobasidium vexans* والذي يقاوم باستعمال الرش بواسطة أكسي كلورور النحاس مع بلانوسين بتركيز 75-100 جزء في المليون مع الماء [13].

8-6- مقاومة الحشرات

يهاجم نبات الشاي بعض الحشرات الضارة و أهمها كالآتي:

- أ- حشرة نباب الشاي *Helopeltis sp.* والتي تقاوم بواسطة ميثيل البارثيون+ أكسيد النحاس + الكالئين.
- ب- الحشرة القشرية للشاي *Fiorina thea* وتقاوم باستعمال الرش الدوري بواسطة المالميثون. كما يمكن مقاومتها ببعض الحشرات المفترسة [13].

9-6- جمع المحصول الورقي

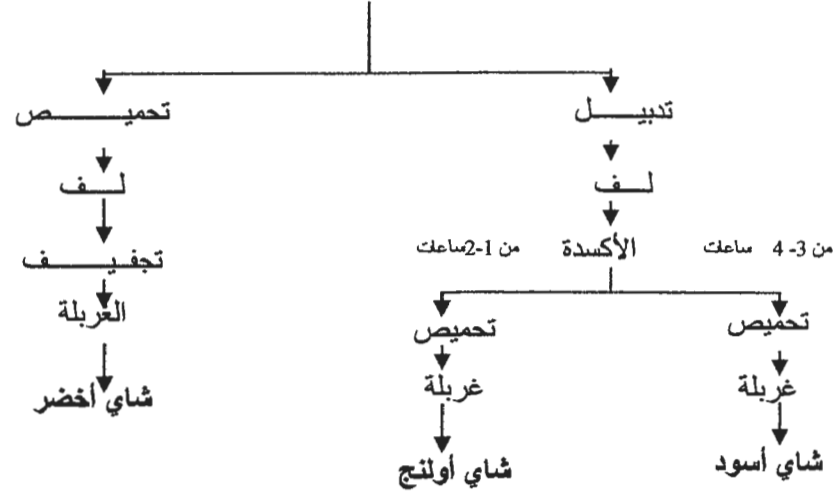
يبدأ موسم الحصاد من شهر مارس ويمتد حتى منتصف ديسمبر يتم فيه جمع الأوراق و البراعم الطرفية الخضرية الغضة ويتكرر القطف مرة كل أسبوع أو أسبوعين بشرط أن يكون الجمع بعد فصل الشتاء لأن الأزهار تتكون في الشتاء ويتم قطف الأوراق والنموات الطرفية يدويا كما موضحة في الشكل 07 أو باستعمال المقصاة الحديدية كما يمكن قطفها ميكانيكيا كما موضحة في الشكل 08، إلا أن القطف اليدوي هو الأفضل من الناحية التجارية عالميا .
و معدل إنتاج الفدان الواحد من الأوراق والنموات الطرفية حوالي 350-400 كيلو غرام وهي جافة تماما ويتوقف ذلك على نوع التربة، الصنف، عمر الأوراق، ميعاد القطف وعمر النبات الذي يستمر في إنتاج ما يقارب 50 عام [13].



الشكل 07: القطف اليدوي لأوراق الشاي الأخضر [17]. الشكل 08: القطف الميكانيكي لأوراق الشاي الأخضر [17].

7- طريقة تجهيز أوراق الشاي الأخضر *Camellia sinensis*

غالبًا ما يتم جمع أوراق الشاي الأخضر طوال العام تقريبًا، حيث يتم نشرها في الشمس لإجراء التجفيف الأولي، ثم باستخدام وسائل التجفيف الصناعي كاستخدام الهواء الساخن لإيقاف النشاط الإنزيمي، وبعد التجفيف تبقى الأوراق محافظة على لونها الأصلي وهي ما تعرف بالشاي الأخضر [18]، أما إذا ما تم تخمير الأوراق، فإنها تفقد لونها ويتغير طعمها ويتم عن طريق التحول في تركيب المواد القابضة (التانين)، ويكتسب الشاي بعدها اللون البني الفاتح حيث تتحول مادة التانين الذائبة الموجودة على صورة phlobatanin إلى تانين غير ذائب phlobaphene بواسطة إنزيم theas [9]. والشكل 09 يلخص أهم المراحل الأساسية لمعالجة أوراق *Camellia sinensis* بعد القطف.

أوراق مقطوفة رطبة من نبتة *Camellia sinensis*الشكل 09: المراحل الأساسية لمعالجة أوراق *Camellia sinensis* بعد القطف [14].8- التطور التاريخي لظهور الشاي الأخضر *Camellia sinensis*

الشاي الأخضر هو المشروب الرئيسي على مدار أكثر من 1000 سنة مضت لمعظم دول العالم [19]. أول من زرع واستخدم الشاي هم الصينيون، وتذكر الروايات الصينية بأن الملك شينونق Shennong كان مغرم بموضوع الأعشاب و التداوي بها و كان يحب شرب الماء الساخن بعد غليانه و ذات يوم ترك الشاي في حديقته فطارت بعض أوراق الشاي و سقطت على كوبه فتغير لون الماء فجرب طعمه و أعجب به جدا و من يومها اشتهر الشاي [5]. ليصبح المشروب الرسمي في القصر الإمبراطوري [19].

استعمل الشاي أولا في الصين، هولندا، إنجلترا و شمال أوروبا ثم انتقل إلى باقي دول العالم [20].

9- التركيب الكيميائي للشاي الأخضر *Camellia sinensis*

تحتوي أوراق الشاي على المركبات الفلافونويدية les flavonoides وأهمها flavan3,4diols و flavan-3-ols [18]، كما تحتوي على القلويدات المتمثلة في الكافيين Caféine، التيوفيلين Théophylline والتيوبرومين Theopromine [9]، إضافة إلى احتوائها على الكاروتينات [21] وإنزيمات مؤكسدة، ومركب التانين وحمض الثانيك [1]. كما تحتوي على الكربوهيدرات والأحماض الأمينية إضافة إلى الشايين، وتوجد في براعم الشاي أحماض عضوية (سيريك، ثرثاريك وغيرها)، أما الفيتامينات فتتمثل في الفيتامين A، B، C، E و K وأملاح معدنية (الفسفور، منغنايز، بوتاسيوم، نحاس، الصوديوم...) [22].

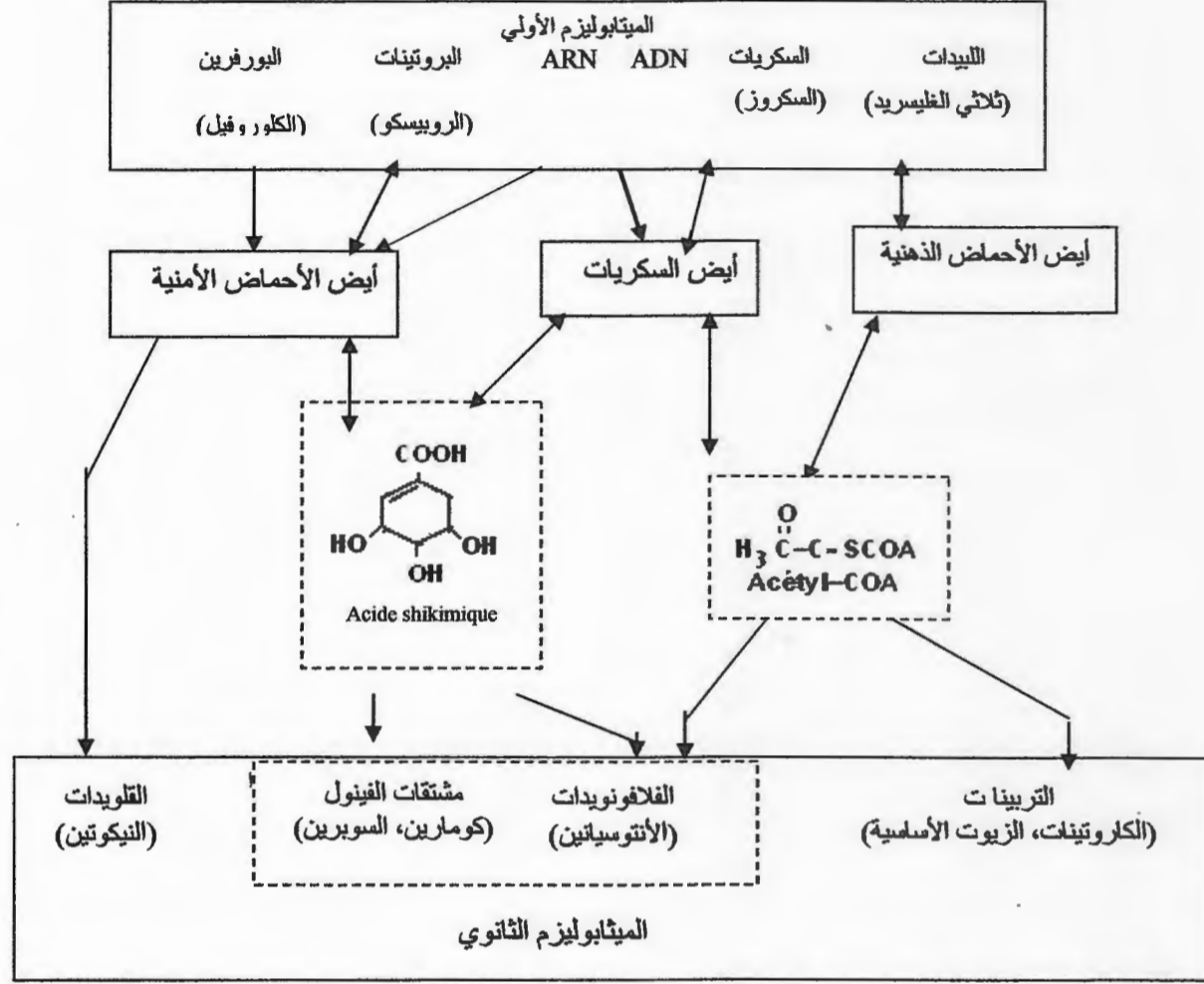
الفصل الثاني

الميثابوليزم الثانوي

أولاً: تعريف الميتابوليزم الثانوي

إلى جانب مواد الأيض الأولي (إنتاج البروتينات، الدسم والسكريات) الذي يتشابه في الكائنات الحية، ودورها الأساسي في نمو النبات، نجد الميتابوليزم الثانوي والذي يوجد عند النباتات دون الكائنات الأخرى، وهو ناتج عن تحولات لمواد الأيض الأولي إلى مواد معقدة، وهي فضلات الميتابوليزم عند النبات، كما تمنح للنبات صفاته الطيبة أو السمية ويمكن أن نذكر ثلاث مجموعات أساسية هي: متعددات الفينول، الزيوت الطيارة والقلويدات [23].

الشكل 10 يلخص العلاقة بين الميتابوليزم الأولي و الميتابوليزم الثانوي



الشكل 10: العلاقة بين الميتابوليزم الأولي والميتابوليزم الثانوي [24].

ثانياً: متعددات الفينول Polyphenols

و أهم هذه المركبات، المركبات الفينولية البسيطة و المركبات المكثفة.

1- المركبات البسيطة

و أهم مركبات هذه المجموعة الفلافونويدات

1-1 الفلافونويدات Flavonoides

1-1-1 تعريف الفلافونويدات

الفلافونويدات صبغات نباتية تنتشر في مختلف أجزاء النبات من جنور، أوراق و أزهار إلا أنها تتواجد بتراكيز عالية في القسم الهوائي، تمثل الفلافونويدات القسم الأكبر من نواتج عمليات الأيض الثانوي التي تتم في جميع خلايا الأنسجة النباتية و الدليل على ذلك أنه تم استخراج أكثر من 4300 فلافونويد طبيعيا من النبات [25].

تتواجد هذه المركبات عموما منحلّة في الفجوات على شكل إثيروزيدات Hétérosides (الفلافونويدات القابلة للذوبان في الماء) أما بقية الفلافونويدات التي تذوب في المذيبات غير القطبية (الفلافونويدات عديدة الميثوكسيل) فتتواجد في سيتوبلازم الخلية [26] بينما الأجليكونات تتوضع على سطح النبات (خاصة الأوراق) ونلاحظ هذه الظاهرة في نباتات المناطق الجافة و الشبه الجافة [27].

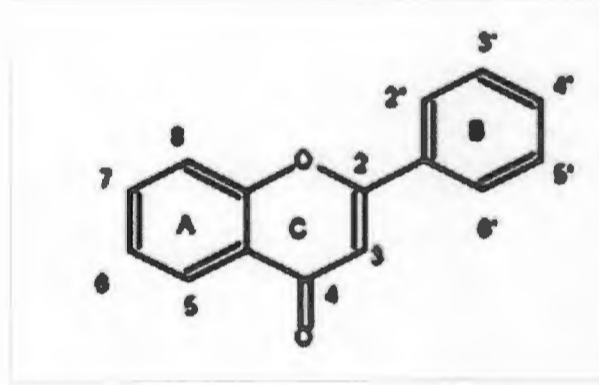
1-1-1-1 خصائص الفلافونويدات

أ- اللدوية

تذوب الفلافونويدات في القواعد القوية لأنها مركبات فينولية، تمتاز بصفة حمضية ضعيفة، وتزيد قطبيتها إذا كانت تحتوي على عدد أكبر من مجموعة الهيدروكسيل الحرة (-HO)، أو جزيئة سكر، أو أكثر وبالتالي تكون ذوابة في المذيبات القطبية، وتذوب في المذيبات الأقل قطبية كالكورفورم إذا كانت تحمل عددا من مجموعات الميثوكسيل [28].

ب-البنية

الوزن الجزيئي للفلافونويدات ضعيف مقارنة بالمواد المتعددة الفينول بصفة عامة، تمثل الفلافونويدات هيكل قاعدي يتكون من 15 ذرة كربون موزعة على شكل حلقتين بنزينيتين 6 (A و B)، حيث ترتبطان بسلسلة C₃ [14]. والشكل 11 يمثل الهيكل القاعدي للفلافونويدات.



الشكل 11: الهيكل القاعدي للفلافونويدات [29].

ج- التقسيم

تقسم الفلافونويدات حسب البنية الكيميائية و درجة تأكسد الحلقة المركزية إلى:

ج 1 - الفلافون و الفلافونول Flavones et Flavonols

الفلافونات و الفلافونولات تمثل أكبر من 80% من الفلافونويدات، بالنسبة للحلقة A أكثر من 90% تكون مستبدلة بواسطة مجموعتين من الهيدروكسيل في الوضعين C-8 و C-5 هذه الهيدروكسيلات قد تكون حرة أو تكون ممثلة أو مرتبطة بسكريات. كما نجد استبدالات أخرى بنسب متفاوتة هيدروكسيل في C-8 و C-6 قد يكون مرتبط بمثيل أو ايزوبروبينيل كما قد ترتبط ذرتي الكاربون C-8 و C-6 برابطة كربون-كربون مع سكر أو مستبدل آخر.

أما الحلقة B فتكون مستبدلة بـ 80% في الوضع 4'-C وقد تكون ثنائية الإستبدال في الموضع 3' و 4' بنسبة أقل تكون ثلاثية الإستبدال 3'، 4'، 5' وهذه المستبدلات هي في الغالب HO أو HCO₃ و بالنسبة للأوضاع (2' و 6') نادرا ما تكون مستبدلة [30].

ج2 - الفلافونون Flavonones

هي مركبات فلافونويدية التي تكون فيها الرابطة C₃-C₂ في هيكل الفلافون مشبعة وتتميز بوجود مركز اللاتناظر [21].

ج3- الفلافونويدات الثنائية Biflavonoides

تنشأ الفلافونويدات الثنائية نتيجة ارتباط مركبين فلافونويدين بواسطة كربوناتها النشطة خاصة C₆-C₈ الفلافونويدات الثنائية هي عبارة عن اتحاد فلافون مع فلافونون غالبا ما يكون ثلاثي الإستبدال في الأوضاع 4،5،7 أين تكون الرابطة الفلافونويدية إما من النوع كربون-كربون (C_{3,8}) كما في Amentoflavone أو من النوع كربون-أوكسجين كما في Hinokiflavone.

الوحدتان المكونتان للبيفلافون يمكن أن تكونا من نفس النوع الفلافونويدي بمعنى bisflavone، bisflavonones أو تكونا من نوعين فلافونويدين مثلا فلافون-فلافونون تتواجد البيفلافونويدات أكثر عند عاريات البذور (Gymnospermes) [28].

ج4- الشالكونات و الأورونات Chalcone et Aurone

تفتقر الشالكونات إلى الحلقة غير المتجانسة المركزية وهي تتميز بوجود سلسلة ثلاثية الكربون سيتوكينيةية β, α غير مشبعة [31]، وتكون الإستبدالات التي تحدث على الحلقة A في الشالكونات مماثلة للإستبدالات الأخرى في الفلافونويدات الأخرى أما الحلقة B فتكون غير مستبدلة.

تشتق الأورونات مباشرة من الشالكونات بدون أي محفز [32].
و الجدول II يلخص الأقسام المختلفة للفلافونويدات.

الجدول رقم II : يلخص الأقسام المختلفة للفلافونويدات [14].

| N° | Nom | Structure | Exemple des composées groupements hydroxyles et position |
|----|------------------|-----------|--|
| 1 | Flavone | | Apigonine 5,7,4' Lutéoline 5,7,3',4' |
| 2 | Flavan-3-ols | | Catéchine 6,7,3',4' Gallocatechine 5,7,3',4',5' |
| 3 | Flavan-3,4 diols | | Leucocyanidine 5,7,3',4' Leucodelphinidine 5,7,3',4',5' |
| 4 | Flavonols | | Kaempferol 5,7,4' Quercétine 5,7,3',4' Myricétine 5,7,3',4',5' |
| 5 | Flavanone | | Naringénine 5,7,4' Butine 7,3',4' Eriodictoyl 5,7, 3',4' |
| 6 | Anthicyanines | | Pélagonidine 5,7,4' Cyanidine 5,7,3',4' |

ج- الأنتوسياندين Anthocyanidines

عبارة عن أجليكونات Anthocyanes (جليكونات) هذه الأخيرة عبارة عن صبغات فجوية حمراء أو زرقاء في كل النباتات.

تتواجد في الفواكه والخضراوات [31].

1-1-1-2- تخليق الفلافونويدات

يتم تخليق الفلافونويدات داخل البلاستيدات الملونة انطلاقاً من CinnamoylCOA الآتي من الشبكة الأندوبلازمية المحيية والمالونات (Malonate) مركبة في شكل إيتيروزيدات، حيث أن البعض منها يغادر البلاستيدة ويتراكم في الفجوة مثل الأنتوسيانينات [33].

أ- طريقة الشيكيميك Shikimique

حمض الشيكيميك Acide shikimique يتشكل ابتداءً من مواد الأيض الأولى، يؤدي حمض الشيكيميك

إلى تشكل حمض Cinnamique ويتتابع عمليات التركيب الحيوي تتشكل سلسلة Phenylpropanoïdes والتي تسمح بتشكيل

أحماض الهيدروكسي سيناميك Hydroxycinamiques الأساسية وهذه الأحماض تؤدي إلى تشكل الأقسام الأساسية للفلافونويدات وتتم هذه الطريقة بتدخل إنزيمين مفتاحيين Phénylalanine ammonialyase و Tyrosine ammonialyase [33].

ب- طريقة الخلات

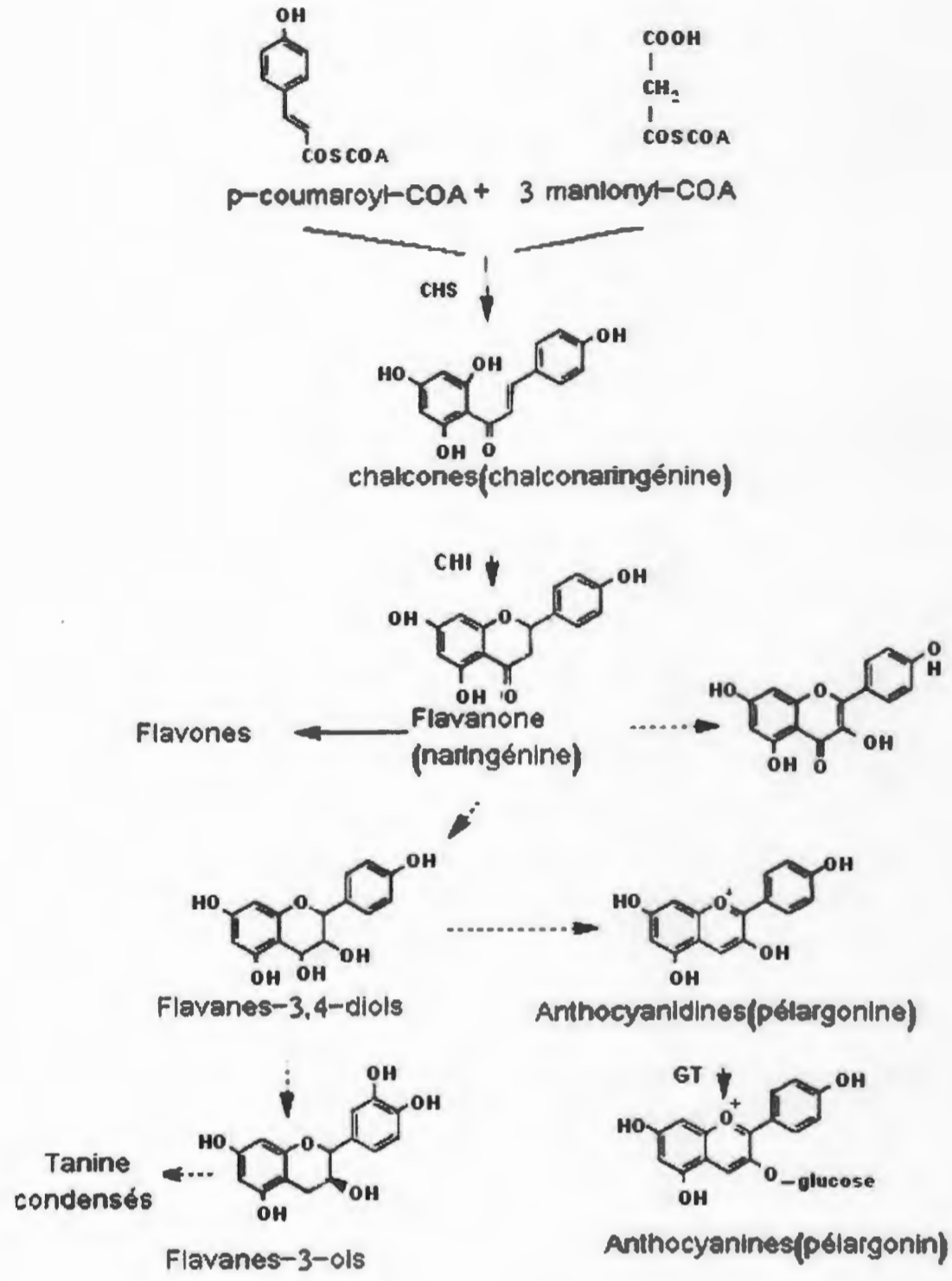
بتدخل إنزيم Chalcon synthèse الذي يعتبر الإنزيم المفتاحي لتشكيل الهيكل الفلافونويدي، حيث أنه يحفز تدريجياً تكاتف ثلاثة وحدات الخلات MalonylCOA و 4-Coumaroyl إلى 4,2,4',6'-tétrahydroxychalcone الذي يعتبر نقطة انطلاق لإصطناع العديد من الفلافونويدات بوجود محفزات إنزيمية تخص كل مرحلة من المراحل المختلفة.

نحصل على الأورونات Aurones مباشرة من الشالكونات بدون محفز.

وللحصول على الفلافونون فإنه تجرى عملية تحرير فراغية نوعية للشالكون بفعل إنزيم Chalcon isomérase أكسدة الفلافونون ثم إعادة ترتيب متمثلة في إزاحة مجموعة الأريل من C₂ إلى C₃ تؤدي إلى ايزوفلافون، هذا التفاعل يتم عن طريق إنزيم Isoflavone synthèse

تشكيل رابطة ثنائية بين C₂ و C₃ للفلافانون يعود إلى فائض من مجموعات الفلافون مثلاً : (Apigenine). يتم هذا التفاعل بتحفيز إنزيمات مختلفة منها Flavone synthase أما Flavanone 3-hydroxylase فيحفز تفاعل إضافة الهيدروكسيل للفلافانون في الوضع C-3 إلى Dihydroxyflavanol ويعتبر هذا الأخير كمرحلة وسطية لتشكيل الفلافونولات ومن أمثلتها Kaempferol الذي يتم تكوينه بإدخال رابطة بين C₂ و C₃ في وجود إنزيم Flavonol synthase [32].

والشكل 12 يلخص أهم المراحل الأساسية لتشكيل بعض الفلافونويدات .



الشكل 12: يلخص أهم المراحل الأساسية لتشكل بعض الفلافونويدات [33]

1-1-3- أهمية الفلافونويدات

أ- الدور البيولوجي للفلافونويدات

دور البيولوجي للفلافونويدات بديهي في توزيع الأصناف و آليات التأبير، من ثم أهميتها البيئية في تلوين الأزهار والفواكه، كما تجدر الإشارة أيضا إلى الدور الجذاب للفلافونويدات والعلاقة الموجودة بين لون الأزهار و طبيعة الملقحات، فالمعروف أن مجموعة كبيرة من الحشرات لها جهاز رؤية يسمح بأن تكون حساسة للفلافونويدات على الخصوص فالنحل يفضل الألوان الزرقاء والصفراء، بينما تفضل الفراشة اللون الوردي و الأبيض أما الطيور فتفضل اللون الأحمر وهكذا توجد صلات متباينة جذابة أو منفردة بين الحشرات أو النباتات، كما يكثر استعمال المظهر الفلافونويدي ذي الصلة باصطبغ النباتات واستعماله في صناعة الملونات الغذائية و الصيدلية، هذه الصباغ ممثلة بالأنتوسيانات [34].

ب- الدور الفيزيولوجي للفلافونويدات

لا يعرف عن الفلافونويدات إلا القليل شأنها شأن باقي إفرزات الأيض الثانوي الأخرى، ويفضل تركيبها متعددة الفينول تستطيع الفلافونويدات أن تلعب دورا هاما في سلاسل الأكسدة الإرجاعية فبعضها ضد مؤكسدات. يمكن تلخيص أهم الفعاليات البيولوجية للفلافونويدات في:

- مقاومة الحساسية **Antiallergique** : تؤثر الفلافونويدات على تحرير الهيستامين Histamine الذي يلعب دورا هاما في آليات الإلتهاب حيث تعمل الفلافونويدات كمثبطات لتحرير الهيستامين Histamine، وأهم الفلافونويدات المسؤولة عن تحرير

الهيستامين Quercétine [29].

- مضادة للقرح: في تجارب تمت على فئران أثبتت أن Quercétine و Naringenine تلعب دورا هاما في تخفيض القرحة و حماية الخلايا المعدية، وقد أشارت الأبحاث أن Quercétine يمارس نشاطه عن طريق آلية معقدة تضمن حماية المخاط [29].
- مضادة للسرطان: فالفلافونويدات (فلافونات و الفلافونولات) الميتوكسيلية تأثيرات مضادة للسرطان البلعوم. ويرجع اعتبار الفلافونويدات عوامل مضادة للسرطان بسبب تثبيطها لتفاعلات أنزيمية معينة وللكرستين Quercétine مثلا القدرة على تثبيط أنزيم **Proteine kinase** مسؤول عن تحول الأنسجة الضامة السليمة إلى خلايا سرطانية خبيثة [19].

- مضادة فيروسية و فطرية [29].

- مضادة للمسكر: الفلافونويدات تحسن إفراز الأنسولين وتحمي الخلايا البنكرياسية من تخريب بالأشعة الحرة [29].

- التأثيرات المانعة للحمل الإستروجيني **Contraceptive œstrogénique** [30].

2- المركبات المكثفة

1-2- التانين Tanins

هي مركبات فينولية مكثفة قادرة على الارتباط بالبروتينات (أي تجميد أو تخثير المواد البروتينية، و المعادن الثقيلة) و نجد نوعان من التانينات.

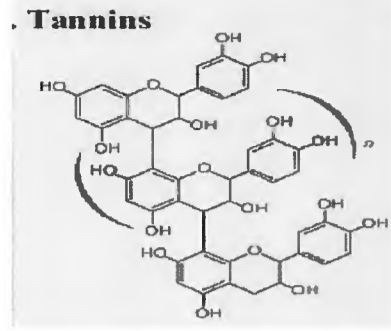
أ - التانينات الذوابة في الماء

وهي إستيرات حامض الغاليك كذلك غلوكوزيدات هذه الأستيرات.

ب- التانينات المكثفة

التانينات المكثفة هي مركبات مشتقة من فلافينات مختلفة. للتانينات خصائص زامة و مطهرة تستعمل في الطب لأنها تجمد المواد البروتينية في الأغشية المخاطية من الأنسجة محدثة طبقة رقيقة من التخثر هذه الطبقة تحول دون غذاء البكتيريا فتساعد في سرعة التئام الجروح و الأغشية الملتهبة. هذه الخاصية بتجميد المواد البروتينية هي التي تؤدي إلى حفص جلود الحيوانات في صناعة دبغ الجلود **Tanning**.

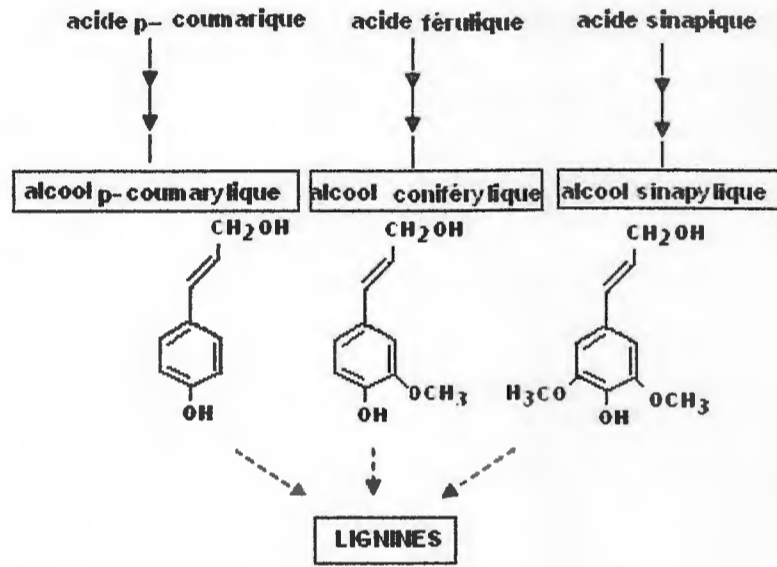
تستعمل النباتات التي تحوي هذه المواد في الطب لمعالجة الإسهال، إتهاب الشعب الهوائية، الجروح البطيئة الإلتئام، إتهاب الفم، والبواسير كما أنها قد تسبب ضررا كبيرا إذا أخذت بشكل زائد [9]. والشكل 13 يبين بنية التانين المكثف



الشكل 13: بنية التانين المكثف [33].

2-2- الخشبين Lignine

يكون الخشبين من 15-35% من خشب عاريات و كاسيات البذور، يتراكم الخشب في جدار الخلايا النباتية وهو مسؤول عن صلابة الجدار الخلوي ونجده داخل الأنسجة النباتية حيث يكسبها المقاومة مثل السكليرونشيم و أنويه الفواكه. دراسة توليد الخشبين تبقى جد صعبة، فهو ناتج عن بلمرة ثلاثية الأبعاد لثلاثة وحدات فينولية قاعدية تسمى Monolignols وهي *Alcools coumarylique*، *Coniférylique* و *Sinapylique* مشتقة على التوالي من حمض *p-coumarique*، حمض *Féruilique* و حمض *Sinapique* [33]. والشكل 14 يلخص المراحل الأساسية لتشكل الخشبين.



الشكل 14: يلخص المراحل الأساسية لتشكل الخشبين [33].

يتمثل الدور الأساسي للخشبين في حماية النبتة بفضل صلابة الجدار الخلوي من هجوم الفطريات، حماية النبتة من تأثير الأنزيمات وسموم الفطريات، كما يؤثر كعوامل مضادة للبكتيريا *Antibactérien* و *Antifongique* و يسهل انتقال الماء والنسغ في الأوعية الناقلة حيث يمنحها الصلابة [34].

ثالثاً: الزيوت الطيارة (الأساسية) Les huiles essentiel

1- تعريف الزيوت الطيارة

الزيوت الطيارة إحدى منتجات الأيض الثانوي، وهي أهم المنتجات الثانوية وذلك بسبب الإفرازات الأولية التي تفرزها أو تنتجها طبيعياً بعض النباتات الخاصة والمعروفة باسم النباتات العطرية، حيث تفرز هذه الزيوت في غدد وفي تركيبات تشبه الشعيرات .

من خواصها التبخر والتطاير عند تعرضها للهواء، لها طعم مميز ورائحة عطرية قوية، وهي تتميز بسهولة فصلها بواسطة طرق التقطير والإستخلاص المختلفة [35]، حيث يتم الحصول عليها في شكل سوائل تسمى الزيوت الطيارة أو الزيوت العطرية [36].

2- أماكن تواجد الزيوت الطيارة (الأساسية) وتوزيعها

غالباً ما تكون الزيوت الأساسية ذات مصدر نباتي، تتواجد في أنواع عديدة من النباتات الراقية، لذلك فإن هناك ما يقارب 60 عائلة نباتية تضم تحتها نحو 3000 نوع نباتي يحتوي على الزيوت الأساسية، تخزن هذه الزيوت في مختلف الأجزاء النباتية: الفواكه كما في الليمون، الأوراق كما في الحبق، الأزهار كما في الورد، الحبوب كما في الكزبرة، القشرة كما في القرفة الجذور عند بعض النباتات. ويتركز أساساً في غدد تسمى "خلايا الزيوت الأساسية" [37].

3- تصنيف الزيوت الطيارة

الزيوت الطيارة عبارة عن مركبات تتكون أساساً من مواد مختلفة التكوين طبيعياً، عضوية التمثيل تركيبياً و تربيئية التكوين داخل سيتوبلازما النباتية، ويتباين تركيبها الكيميائي، هيكلها البنائي، المسارات المختلفة لتكوينها والمواد الأولية والوسطية الداخلة فيها وهي عموماً في صورة حرة، سائلة و القليل منها صلب، تتكون من المركبات الأوكسجينية والهيدروجينية (التربينات) [35].

3-1- المركبات الأوكسجينية

هذه المواد مختلفة التركيب الكيميائي، ويتكون منها الزيت الطيار لمعظم النباتات العطرية، ويمكن تقسيمها تبعاً

لمجموعاتها الفعالة أو مشتقاتها الكيميائية كما يلي:

3-1-1- الكحولات

تنقسم الكحولات إلى عدة أنواع مختلفة كما يلي:

أ- الكحولات الأليفاتية

وهي عديمة اللون رائحتها تشبه رائحة العطر أو الورد، عند تعرضها للهواء الجوي تفقد رائحتها وينتشر تواجدتها في

زيت أزهار الورد مثل: Geraniol [35].

ب- الكحولات العطرية

وهي مركبات مختلفة تحتوي على حلقة بنزينية واحدة مثل: بنزين الكحول .

ج- التربينات الكحولية

تتكون من ارتباط وحدتين أو أكثر من وحدات الأيزوبرين، ومختلفة كيميائياً لاحتوائها على حلقة أو حلقتين .

د- السيكسوترينينات الكحولية

تتميز بارتفاع درجة حرارة غليان مركباتها، توجد في صورة مترسبة عند درجة الحرارة العالية، ومن أهم مركباتها مركب

السانتالول Santalol، يفصل من زيت أشجار الأرز [35].

3-1-2- الألدهيدات :

مركبات قابلة للذوبان في الماء، سريعة التأكسد في الهواء وبالتالي إنتاجها لأحماض عضوية وتنقسم إلى عدة أنواع :

التربينات الألدهيدية غير الحلقية، التربينات الألدهيدية الحلقية والألدهيدات العطرية [35].

3-1-3- الأستيرات:

تمثل الغالبية العظمى للمواد و المركبات المسؤولة عن الرائحة و النكهة لجميع الزيوت الطيارة ترجع أساسا إلى الأستيرات في صورة خلات الجيرانيوم و البورنيول و الترينيول، و بعض زيوت النباتات العطرية تعتبر الأستيرات المكون الرئيسي لمكونات زيتها الطيار تنقسم إلى: أستيرات الأحماض الأليفاتية، أستيرات الأحماض ذات الحلقة البنزينية و أستيرات نيتروجينية [35].

3-1-4 - الكيتونات

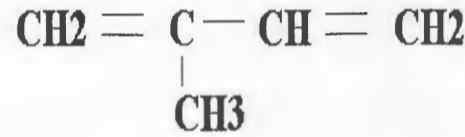
الزيوت الطيارة المستخلصة من النباتات العطرية تحتوي على كميات ضئيلة من الكيتونات غير الحلقية، إلا أن بعضها يشتق من التربينات الهيدروجينية، بينما كمية الكيتونات ضئيلة، ونوعيتها العطرية نادرة الوجود، بالمقارنة مع الكيتونات الأليفاتية، ويمكن تقسيمها إلى: الكيتونات الأليفاتية، الكيتونات العطرية و الكيتونات الحلقية التربينات وتنقسم بدورها إلى : أحادية الحلقة و ثنائية الحلقة. كما توجد مركبات أوكسيجينية أخرى تتلخص فيما يلي: مركبات فينولية مثل: Thymol، مركبات اثيرات الفينول مثل: Anethol، مركبات نيتروجينية مثل: Indole، مركبات بيروكسيدية مثل: Ascandole و مركبات كبريتية مثل: Allyleisothiocyanate [35].

3-2- المركبات العطرية

توجد هذه المركبات في زيت المريمية، تحتوي على أهم مركب وهو: ρ -cymene [35].

3-3- المركبات الهيدروجينية (التربينات)

التربينات هي مركبات إفرزية تنتجها النباتات العطرية، و المكونة فيما بينها الزيت العطري أو الزيت الطيار المتميز بالرائحة والنكهة العطرية، وهي عبارة عن مواد هيدروجينية Hydrocarbonic compounds [35]. وتتكون التربينات من وحدتين أو أكثر من وحدات الإزوبرين (C_5H_8) Isoprène (الشكل 11) وتسمى المركبات التي تتكون من وحدتين أو أكثر من وحدات الإزوبرين بالإزوبرينويدات [38].



الشكل 15: صيغة الإزوبرين Isoprène [38].

3-3-1- تقسيم التربينات

يمكن تقسيم كل التربينات حسب عدد وحدات الإزوبرين إلى :

- التربينات الأحادية
- السيكسوترابينات
- التربينات الثنائية
- التربينات الرباعية
- التربينات المتعددة

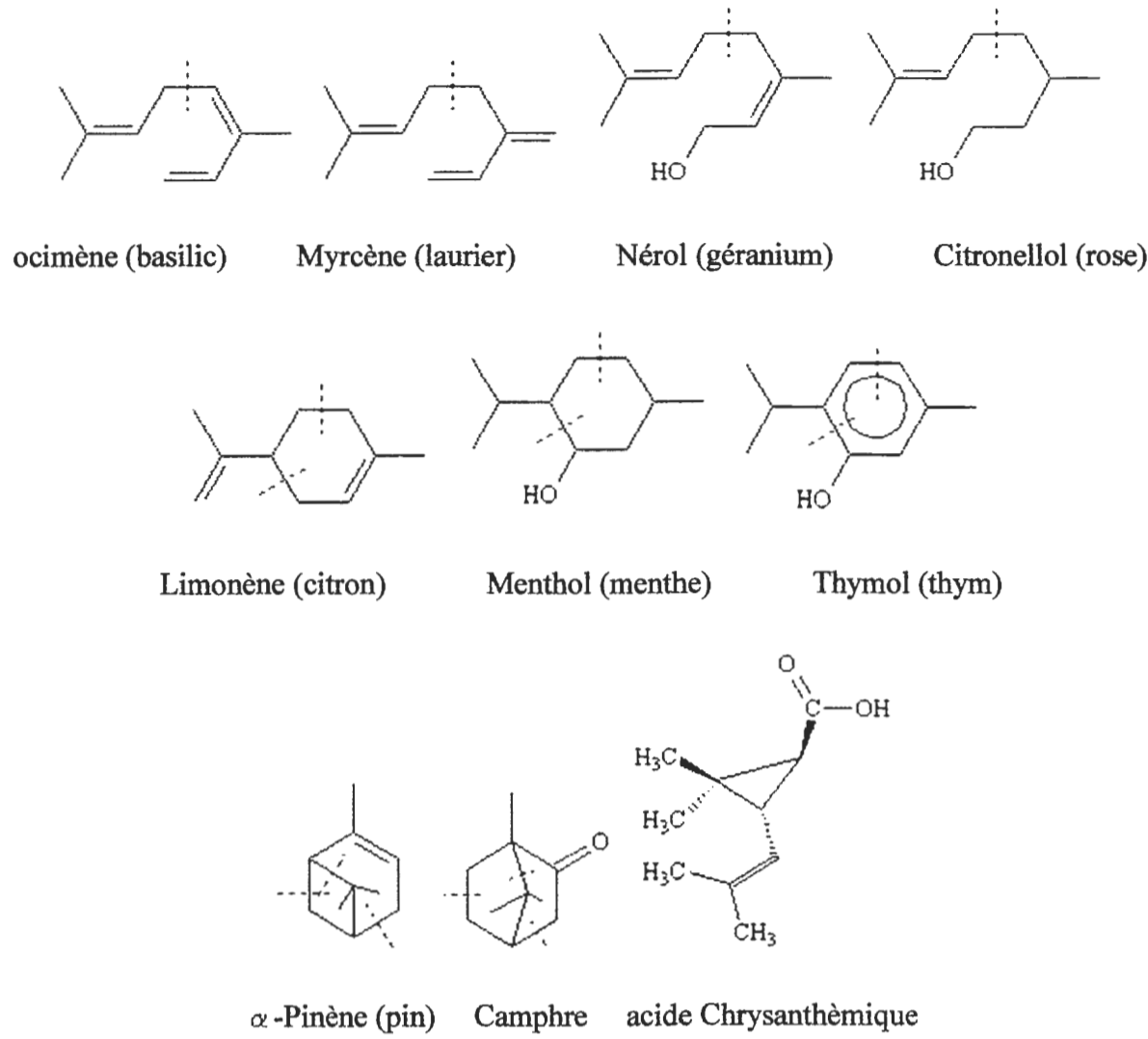
أ- التربينات الأحادية Monoterpene

تتكون من وحدتين من الإزوبرين Isoprène (C_5H_8) أي تتكون من 10 ذرات كاربون.

التربينات الأحادية تكون في الغالب أكثر جزء من الزيوت الأساسية [39] و تنقسم بدورها إلى أربعة أنواع مختلفة التركيب الكيميائي إلى:

مركبات مفتوحة السلسلة غير حلقية Acyclic : لا تحتوي مركباتها على الحلقة، بل توجد بها ثلاث روابط زوجية مثل الأوكسين

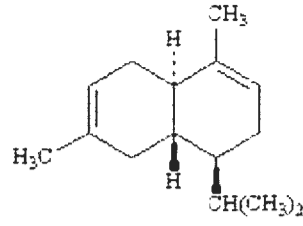
مركبات أحادية الحلقة Monocyclic : تتكون من حلقة واحدة، وبداخلها رابطتان زوجيتان، مثل الليمونين Limonene
 مركبات ثنائية الحلقة : تحتوي على حلقتين بداخلها رابطة واحدة زوجية: مثل α -pinene
 مركبات ثلاثية الحلقة : تحتوي على ثلاث حلقات، وليس بداخلها روابط زوجية، مثل سيكلوفينيشين Cyclofenechene [35].
 والشكل 16 يبين صيغ بعض مركبات التربينات الأحادية.



الشكل 16: صيغ بعض مركبات التربينات الأحادية [25].

ب- السيكسوترربينات Sesquiterpènes

تتكون من 15 ذرة كربون أي ثلاث وحدات من الإيزوبرين وتعتبر السيكسوترينينات إحدى مكونات الزيوت العطرية [35]. و تنقسم إلى عدة أقسام تبعاً لمحتواها الكيميائي إلى :
 مفتوحة السلسلة (غير حلقة)
 لا تحتوي مركباتها على الحلقة، ولكن تحمل أربعة روابط زوجية، مثل مركب الفارنيزول [35].
 أحادية الحلقة
 تحتوي مركباتها على حلقة واحدة، وبداخلها ثلاث روابط زوجية، مثل: مركب الزنجبرين Zingiberene [35].
 ثلاثية الحلقة
 تحتوي على ثلاث حلقات ، وبداخلها رابطة زوجية واحدة مثل: α -Santalene و β -Cadinene (الشكل 17) [35].

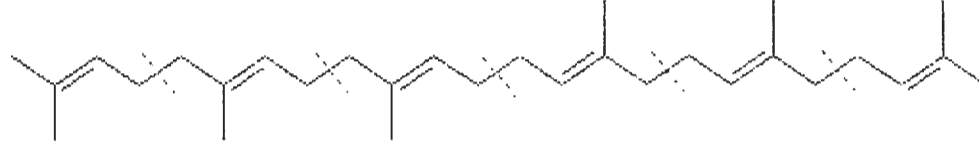
الشكل 17: بنية β -Cadinène [35].

ج- التربينات الثنائية Diterpènes

تتكون من أربعة وحدات من الإيزوبين، وهي مواد إفرافية طبيعية التكوين، متميزة بأن درجة غليانها مرتفعة جدا باستثناء القليل منها ذو درجة غليان منخفضة، وتعتبر ضمن مكونات الزيت ومن أمثلة التربينات الثنائية نجد الراتنجات وهي أساس تشكيل الكلوروفيل وتدخل في تكوين الفيتامين K_1 ، الفيتامين A الضروري للنمو [35].

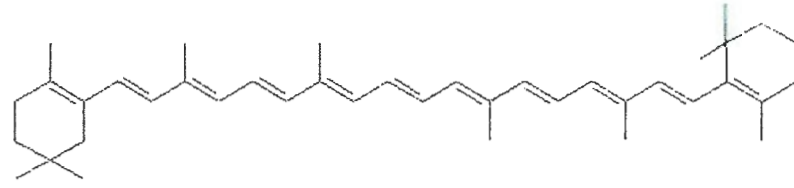
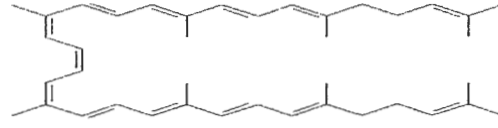
د- التربينات الثلاثية Triterpènes

التربينات الثلاثية تتكون من 30 ذرة كربون أي 6 وحدات Isoprène تنتشر بشكل واسع في الطبيعة وتكون بشكل خماسي الحلقة، وهي تربينات عديمة اللون أغلبها ينصهر عند درجة حرارة عالية وهي مواد فعالة ضوئياً، مثل: فيتوستيرول Squalene [35]، وقد توجد على شكل إثيروزيادات Saponoside [25].

الشكل 18: β -Cadinène Le Squalène [25]

هـ- التربينات الرباعية Tétraterpènes

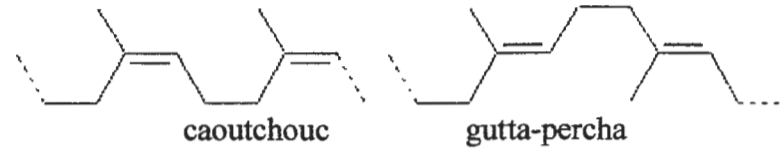
الكاروتينات وهي عبارة عن تربينات رباعية، وهي مواد تلوين عدد كبير من الأزهار و الثمار إلى الأصفر، البرتقالي والأحمر [30]، البناء الأساسي لها يتكون من 8 وحدات من الإيزوبرين وتنقسم الكاروتينات حسب تركيبها الكيميائي إلى: كاروتينات غير حلقة مثل: Lycopene كاروتينات أحادية الحلقة مثل: γ -Carotene كاروتينات ثنائية الحلقة مثل: β -Carotene هذه المواد نجدها في نبات الشاي الأخضر و القراص [21].

**β-Carotène.****Lycopène.**

الشكل 19: بنية β-Carotène و Lycopène [25].

و- التربينات العديدة Polyterpenes

تحتوي على العديد من وحدات الإيزوبرين تكون على شكل سلسلة.



الشكل 20: بنية caoutchouc و gutta-percha [25].

3-2- بناء التربينات

التربينات مشتقة من الإيزوبرين C_5H_8 ، تركيبها يتم بواسطة Isopentenyl diphosphate و هو الشكل النشط

لـ Isoprène.

بناء الإيزوبرنويدات يتم بطريقتين عند النباتات الراقية [38].

أ- المنهج الأول

و هو منهج مشترك عند الإنسان و الحيوانات، و يسمى منهج الميفالونات Mevalonates، وهو منهج بناء، و أصل

التربينات الثلاثية و السترنويدات، ويتم البناء إنطلاقاً من Acetyl-COA المتواجدة بالسيتوبلازم الناتج من تحول البيروفات

Pyruvate كناتج من عملية الجلوكزة.

حيث أن اتحاد جزيئين من Acetyl-COA تعطي Acetoacetyl-COA واتحاد جريئة ثالثة من Acetyl-COA مع جزيئه من

Acetoacetyl-COA يتشكل مركب β -Hydroxy β -Metyl-Glutaryl-COA. إرجاع الوظيفة الحمضية إلى وظيفة كحولية

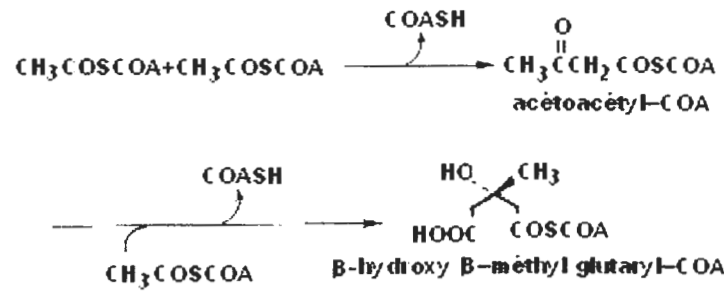
لهذا المركب بإنزيم Hydroxy-Methyl-Glutaryl (HMG reductase) فيتشكل مركب Mevalonate و يتم هذا في ثلاث

مراحل أساسية:

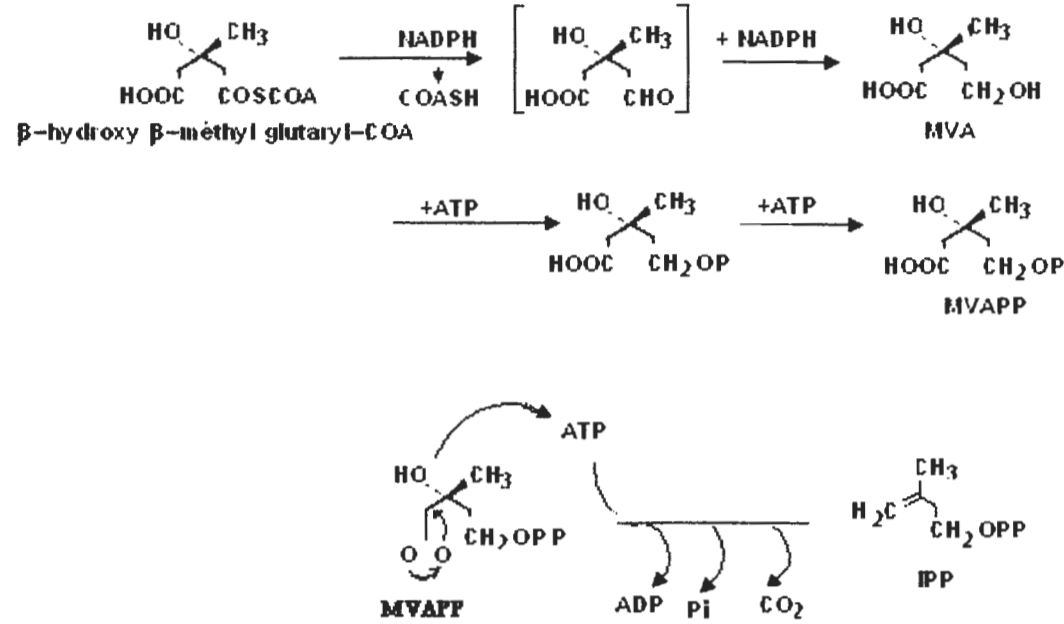
يفسفر Mevalonate بواسطة الـ ATP في مرحلتين فيتشكل المركب Mevalonate pyrophosphate (MVAPP)

و هذا المركب نشط وفي وجود جزيئه ATP جديدة يتحول إلى Isopentenyle Pyrophosphate (IPP) [38] كما موضح في

الشكل 21 و 22.



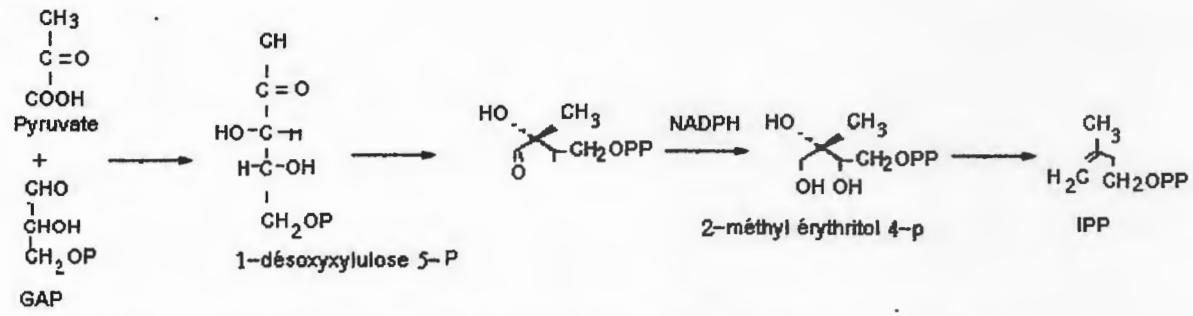
الشكل 21: مراحل تشكيل المركب β-hydroxy β-méthyl glutaryl-COA [38]



الشكل 22: مراحل تشكيل المركب IPP [38]

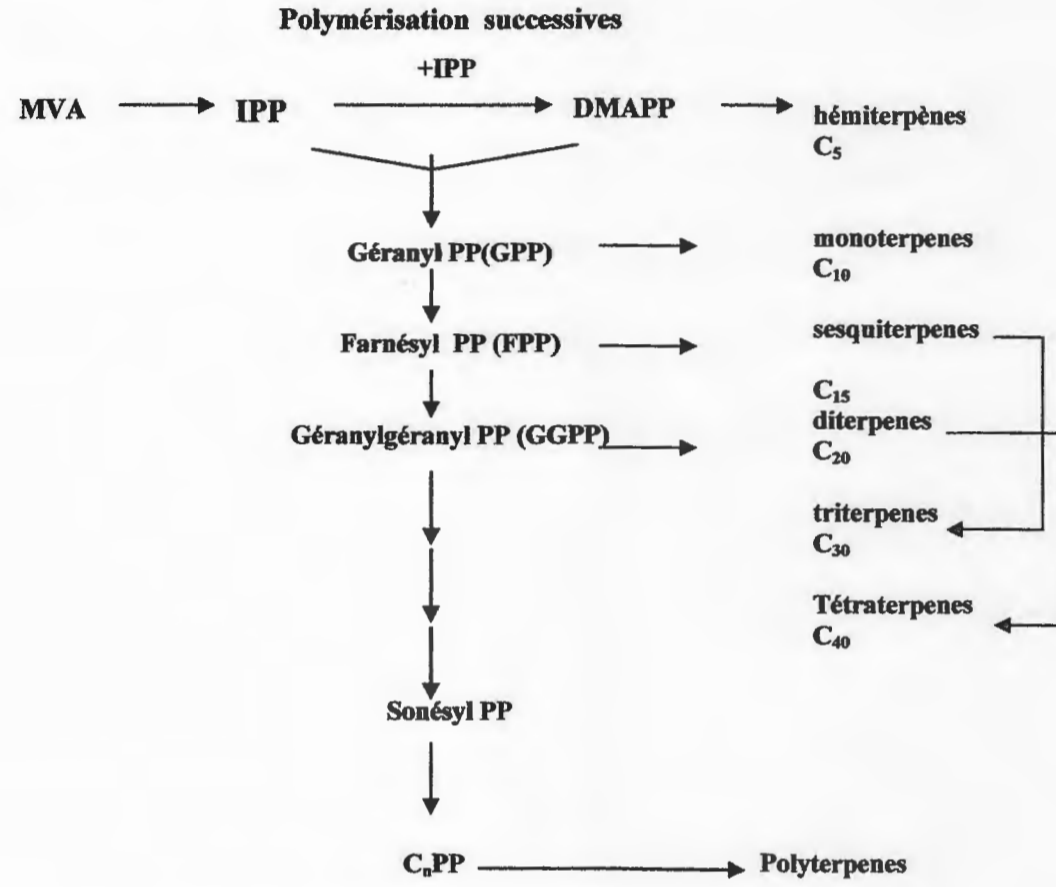
ب- المنهج الثاني:

هذه الطريقة خاصة بالنباتات و بعض بدائيات النواة وهو أصل أغلبية التربينات النباتية كالكاروتينات Caroténoïdes والفينول المتواجد في الكلوروفيل وقد تكون أحادية أو ثنائية أو متعددة التربينات، بداية البناء في هذا المنهج هي نواتج التركيب الضوئي الغليسير ألدهيد 3 فوسفات (APG) و البيروقات Pyruvate يتحدان لتشكيل سكر خماسي C₅ المتمثل في 1-Desoxyxylulose، ويحدث عدة تحولات لهذا المركب يتشكل مركب [38] Isopentenyle Pyrophosphate (IPP) و نلخص أهم مراحل لتشكيل IPP في الشكل 23.



الشكل 23: مراحل تشكيل IPP انطلاقاً من glycéraldéhyde 3-P و pyruvate [38].

إنطلاقاً من تكاتف الوحدات النشطة لـ Isopentenyle Pyrophosphate (IPP) تتشكل التربينات الأحادية، الثنائية و الثلاثية [38]، كما موضح في الشكل 24.



الشكل 24: بين مراحل تكاتف وحدات IPP لتشكيل مختلف التربينات [38].

3-3-3- أهمية التربينات

للتربينات نشاط مضاد للبكتيريا، الفطريات والطفيليات، النباتات تكون مواد تريينية تعمل على جذب الحشرات بسبب رائحتها ولونها المميز و هذا ما يساعد على نقل حبوب الطلع و بالتالي حدوث عملية التأيير، التربين الثنائي Taxol جد مهم بخصائصه المضادة للسرطان أي يعمل على تقليص الورم الخبيث في المبيض والصدر، بعض التربينات سامة تعمل على حماية النبات من

الحشرات و الحيوانات، تعمل التربينات كمواد مضادة لتشنجات و التقلصات المؤلمة للعضلات الملساء، كما تعتبر مواد مهدنة، للتربينات أدوار عديدة عند النبات فهي صبغية (مثل الكاروتينات) أو هرمونية (مثل الجبرينات) [34].

رابعاً: القلويدات *les alcaloïdes*

القلويدات مركبات عضوية تم فصلها بصورة نقية منذ القدم، حيث تم اكتشافها بفضل قلويد المورفين، الذي وجد في نبات الخشخاش (papaver) عام 1804م بواسطة العالم derosne [10]. وقد تمكن العلماء من فصل أكثر من 3000 قلويدة معروفة التركيب الكيميائي [40]. كما بلغ عدد القلويدات المفصولة في 1973 إلى ما يقارب 4959 قلويدا، وفي 1978 وصل إلى 4000 قلويدا معروف التركيب الكيميائي [2]. توجد القلويدات في حوالي 34 عائلة من المملكة النباتية بمختلف أنواعها [13].

1-تعريف القلويدات

القلويدات هي مركبات أزوتية عضوية ذات خاصية قلوية [41]. توجد في النباتات إما في صورة حرة أو في صورة أملاح لبعض الأحماض الأمينية [13]، وهي مركبات معقدة التركيب لاحتوائها على الكربون، الأوكسجين و النتروجين. كما تحتوي القلويدات على حلقات غير متجانسة تؤثر بتركيز ضعيفة و لكنها ذات سمية عالية، مركبات صلبة متبلورة، القليل منها إما صمغي غير متبلور، أو سائل زيتي، وهي في الغالب مركبات عديمة اللون و الرائحة، مرة الطعم غير متطايرة، تشكل أملاحها محاليل حمضية مع الماء [23].

2- تسمية القلويدات

نظرا لاختلاف القلويدات في خواصها و تراكيبها الكيميائية، و بالتالي اختلافها في استعمالاتها ووظائفها الفسيولوجية، فإنه من الصعب أن يوضع أساس واحد فقط يعتمد عليه في تسمية هذا الكم الهائل من القلويدات. كذلك فإنه لا يوجد نظام ثابت للتسمية والترقيم حتى في داخل المجموعة الواحدة، فمثلا لا تحتوي مجموعة الأندول على عدد كبير من تحت المجموعات و جميعها ذات هياكل كيميائية مختلفة. حسب القواعد الكيميائية فقد اتفق على أن تنتهي أسماء القلويدات جميعا بالمقطع (-ine).

مثل: Nicotine، أما الجزء الأول من اسم أي قلويد فيمكن أن يشتق:

من اسم الجنس النباتي و الذي يستخلص مثلا قلويد Nicotine من الدخان Nicotiana، الاثروبين Atropine من الأثروب Atropa، من اسم النوع النباتي الحامل للقلويد مثل belladonna من *Atropa belladonna* و cocaine من *Erythroxylone coca*، من الاسم الشائع للنبات المحتوي على القلويد مثل: قلويد الارجوتامين Ergotamine، من خلال التأثير الفيزيولوجي للقلويد ذاته. فقد يسمى Emetine لأنه مقيء Emetic، و الناركوتين Narcotine لأنه مخدر Narcotic، من الخواص الطبيعية للقلويد مثل Hygrine ممتيع Hygro=moist و من اسم المكتشف مثل Narcotine من اسم اللورد Narcot وقلويد pelletierine من اسم العالم Pelletier، ونستنتج في الأخير أنه لا توجد قاعدة محددة لتسمية القلويدات [2].

3- تصنيف القلويدات

كانت هناك العديد من المحاولات لوضع نظام تقسيمي يضم أغلب القلويدات، ولقد كانت أكثر المحاولات قبولا، هو نظام التقسيم الذي وضعه العالم Heganauer الذي يقسم فيه القلويدات إلى ثلاث مجموعات هي: القلويدات الحقيقية، القلويدات الأولية و القلويدات الكاذبة [2].

3-1- القلويدات الحقيقية

يتواجد هذا النوع من القلويدات بالنباتات على شكل أملاح للأحماض أمينية تحتوي في حلقتها المتباينة على ذرة أو أكثر من الأزوت، مركبات سامة وذات تأثير فيزيولوجي متباين وقاعدية بدرجات متفاوتة، وان كانت هذه خواصها العامة فإن هناك ما يشد

عن ذلك، مثل قلويد الكولشسين وحامض الأرسطولوخيك Aristolochic حيث أنهما غير قاعديان وعدم تواجد ذرة النيتروجين في حلقة متباينة، كذلك القلويدات الرباعية تكون حامضية أكثر منها قاعدية [13].

2-3- القلويدات الأولية

عبارة عن مجموعة من الأمينات البسيطة وذرة النيتروجين بها ليست في حلقة متباينة. ويتم تخليق هذه القلويدات في داخل الأنسجة النباتية من الأحماض الأمينية، وهي قلويدات قاعدية التركيب مثل الميسكالين Mescaline والافيدرين ينتمي أيضا إلى هذه المجموعة [2].

3-3- القلويدات الكائبة

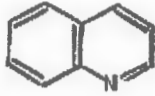
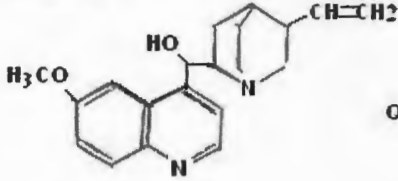
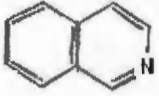
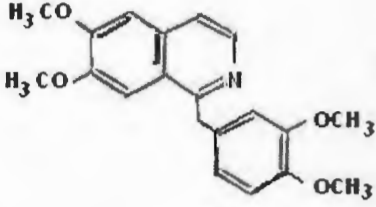
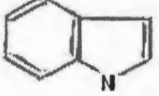
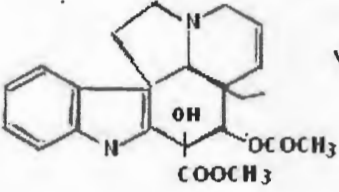
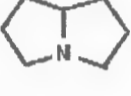
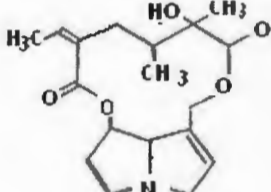
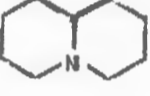
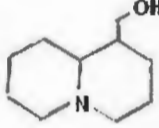

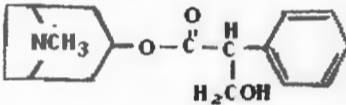

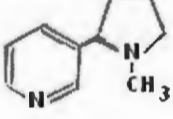
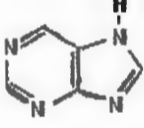
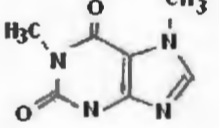
هي مجموعة من القلويدات القاعدية التأثير، والتي لا يتم تخليقها حيويًا، داخل الأنسجة النباتية من الأحماض الأمينية [2]. ومن بين قلويدات هذه المجموعة نجد فرعين هاميين من القلويدات هما: قلويدات سترويدية Paravallarine وقلويدات أحادية الثروبان B-skytanthine كما يمكن تصنيف القلويدات حسب وضع ذرة النيتروجين في الصيغة النباتية إلى:

❖ قلويدات تقليدية

تحتوي على ذرة نيتروجين على الأقل في الحلقة غير متجانسة كما هو الحال في المركبات غير متجانسة وكمثال لذلك نجد مجموعة البيريدين ومن أمثلتها النيكوتين الذي يوجد في نبات التبغ Tabac، مجموعة الثروبان ومن أمثلتها الهيوسيامين، الأثروبين ويوجدان بنبات السكران، مجموعة ايزولوفيوولين من أمثلتها البابافرين في نبات الخشخاش، مجموعة البورين purine ومن أمثلتها الكافيين الذي يوجد في أوراق الشاي، مجموعة الفينالترين من أمثلتها المورفين الذي يوجد في مادة الأفيون المستخلص من نبات الخشخاش، مجموعة الثروبولون ومن أمثلتها الكنين، مجموعة القلويدات الأستورولية من أمثلتها أنسولاتين ويوجد في ثمار أوراق نبات السولانز، مجموعة الأندول ومن أهم القلويدات الحاملة لهذه المجموعة هو الأرجومتريين الموجود في فطر الأرجوت الذي يصيب الفصيلة النجيلية [42].

والجدول III

والجدول رقم III: يمثل تصنيف القلويدات حسب الأنوية التي تحتويها [23].

| Classe d'alcaloïde | Exemple | Autres composés |
|---|--|--|
| Quinolène  |  Quinine | |
| Isoquinolène  |  papavérine | morphine codéine berbérine |
| Indole  |  vindoline | vinblastine réserpine strychnine |
| Pyrrolizidine  |  sénécionine | rétroisine |
| Quinolizidine  |  lupinine | cytosine |
| Tropane  |  atropine | scopolamine cocaïne |
| Pipéridine  |  nicotine | conine |
| Purine  |  caféine | caféine |

❖ قلويدات غير التقليدية

تفتقر في صفة أو أكثر من صفات القلويدات التقليدية وذرة النتروجين فيها توجد خارج الحلقة وتشتمل على مجموعة واحدة هي فنيل ألكيل أمين. وتوجد هذه القلويدات في نبات الأفيديرا والشطة والخشخاش ومن أهم مركباتها الكيساسين في ثمار الشطة والأفيديرين في نبات الأفيديرا [2].

3-4- خواص القلويدات

القلويدات مجموعة من المواد غير متجانسة لا يربطها تركيب كيميائي واحد، إلا أنها مركبات عضوية قاعدية تشترك في الصفات التالية:

أ- الخواص الكيميائية

القلويدات عادة قاعدية في تفاعلاتها وإن كانت هذه الخاصية تعتمد بدرجة كبيرة على مقدار تواجد زوج حر من الإلكترونات على ذرة النتروجين، وتبعاً لذلك فإن قاعدية القلويدات تجعلها أكثر قابلية لتحلل والتكسر خاصة بالتعريض للحرارة والضوء في وجود الأوكسجين [2].

للقلويدات القدرة على تكوين أملاح مع الأحماض العضوية، أو للأحماض غير العضوية وإن كانت أملاح القلويدات أكثر ثباتاً وأكثر تحللاً وتكسراً من القلويدات القاعدية، لدى يتم تخزين القلويدات على وجه العموم على هيئة أملاح. كما تتخذ القلويدات مع بعضها أملاح الفلزات لتكون أملاحاً معقدة مزدوجة عديمة الذوبان في الماء، وتتسرب في وسط حامضي ضعيف أو متعادل على شكل بلورات وتعرف أملاح هذه الفلزات باسم مرسبات القلويدات [42].

ب- الخواص الفيزيائية

معظم القلويدات تتواجد في صورة بلورية صلبة، في حالتها النقية، وذات درجة انصهار محددة، بالرغم من أن القليل من القلويدات إما صمغية غير متبلورة أو سائلة زيتية القوام [42].

القلويدات بصفة عامة مركبات عديمة اللون والرائحة، وإن كان القليل منها ذات التراكيب المعقدة والعالية الأروماتية فمنها الملون مثل الكولشسين و berberine وكلاهما أصفر اللون برتقالي [2]

القلويدات مرة الطعم غير متطايرة، يكون لشكل بلوراتها أهمية في التعرف السريع عليها تحت المجهر ولها درجة انصهار محددة عدا النيكوتين الذي يكون في حالة سائلة عند درجة حرارة العادية لعدم وجود جزيء الأوكسجين. القلويدات السائلة المتطايرة قليلة وذات روائح مميزة مثل النيكوتين، وهناك الغير متطايرة مثل: pilocarpine [13].

القلويدات الحرة عادة ما تذوب في المذيبات العضوية مثل الكلوروفورم أو المذيبات غير القطبية، لكنها لا تذوب في الماء ماعدا القليل منها، وعلى النقيض نجد أن أملاح القلويدات بصفة عامة تذوب في الماء بدرجة أقل في الكحول ولا تذوب في المذيبات العضوية للقلويدات فعالية بصرية، ومعظمها تحرف الضوء المستقطب جهة اليسار [42].

3-5- النباتات المنتجة للقلويدات

تعتبر النباتات، و النباتات الزهرية على وجه الخصوص هي المصدر الرئيسي للقلويدات تظم المملكة النباتية وفقاً لتقسيم Engler 70 رتبة تشمل عديد من العائلات، تحتوي 34 عائلة منها على أنواع مختلفة من القلويدات، كما نجد أن حوالي 40 عائلة من العائلة النباتية تضم تحتها نباتات حاملة للقلويدات [13].

إن النباتات الثنائية الفلقة هي التي تعد المصدر الرئيسي الأول للحصول على قلويدات وإن خلت بعض عائلاتهما تماماً من وجود القلويدات مثل العائلة الشفوية Lamiaceae و من أهم العائلات الغنية هي العائلة الخشخاشية و البانجانجية و يمكن القول أن 15-20 % من النباتات الوعائية تحتوي على القلويدات و كذلك الحال فإن بعض الأجناس داخل العائلة الواحدة تحتوي على

قلويدات متقاربة كميائيا فمثلا يتواجد Hyoxyamine في 7 أجناس من العائلة البادنجانية، و تتواجد القلويدات عادة بالعصير الخلوي لخلايا الأنسجة البشرية في صورة أملاح لأحماض عضوية التي تتواجد بالنبات مثل أحماض citric,oxalic وغيرها [2].

3-6- توزيع القلويدات داخل النبات

تتواجد القلويدات على وجه العموم في معظم النباتات الحاملة لها بالأنسجة البشرية كما في نبات الداتورة أو في أجزاء معينة من النبات فتوجد في اللحاء كما في نبات الرمان و السكران مثل قلويد الكنين أو في الجذور كما في البالدونا مثل الأثروبين و في الحالات الخاصة توجد في الأندوسيرم لبعض البذور مثل بذور جوز القيقب nux-vomica و تتواجد في العصير الخلوي و بصفة عامة فإن القلويدات لا تبدي ميلا كبيرا للتركيز في عضو نباتي دون الآخر كما أنها ليست ذات ارتباط وثيقا بجزء نباتي معين تتركز فيه دون الآخر كما أننا نجد في بعض الحالات تفاوتاً أو تغييراً في المحتوى القلويدي لعضو نباتي معين خلال موسم النمو الواحد بل خلال فترتي الليل و النهار كذلك في الحالات الخاصة كالنباتات المعمرة فإن مواقع تواجد القلويدات في العضو النباتي تبدو أكثر وضوحاً بتقدم النباتات في العمر و توجد أيضاً القلويدات في الثمار كما في ثمار السكران مثل الكونين أو من العصير اللبني للثمار غير الناضجة مثل قلويد المورفين من الثمار الخشخاش كما توجد في الأوراق مثل الهيسيامين في أوراق السكران و الكافيين في أوراق الشاي الأخضر [2]، (جدول 2)

الجدول رقم IV : يوضح بعض القلويدات الهامة وأماكن تواجدها بأجزاء النبات المختلفة [2].

| الجزء المستخدم | الاسم العربي | الإسم العلمي | العائلة (الفصيلة النباتية) | القلويدات الرئيسية |
|----------------|----------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| الأوراق | الشاي | Camellia sinensis | Theaceae | Caffeine, theobromine, theophylline |
| | التبغ (الدخان) | Nicotiana tabacum | Solanaceae | Nicotine, Anabacine |
| | البالدونا | Atropa belladonna | Solanaceae | Atropine, Hyoxyamine, Hyoxine |
| | الكوكا | Erythroxylon coca | Erythroxylaceae | Cocaine |
| الثمار | الخشخاش | Papaver sonniferum | Papaveraceae | Norphine, l'apaverine, codeine |
| | الفلفل الأسود | Piper nigrum | Piperaceae | Peperine, piperidine |
| | الشوكران | Conium maculatum | Apiaceae | Comine conhydrine |
| البذور | البن العربي | Coffea arabica | Rubiaceae | Caffeine-Theobromin Theophylline |
| | الكاكاو | Theobroma cocoa | Sterculiaceae | Caffeine-Theobromine Theophylline |
| العشبة كاملة | الجوز المقيد | Strychnos nuxomica | Loganiaceae | Strychnine, Brucine |
| | السكران | hyoxyamus | Solanaceae | Hyoxyamine, Atropine, Hyoxine. |
| | لوميلا | Lobelia inflata | companulaceae | Lobeline |
| | الكاسارانس | Cotharanflus roseus | Apocynaceae | Leucoplastine, Leucocristine. |
| | الإيفدرا | Ephedra sinica | Gnetaceae | Ephedrine. |
| | الداتورة | datura | solanaceae | Hyoxyamine, Atropine, Hyoxine. |

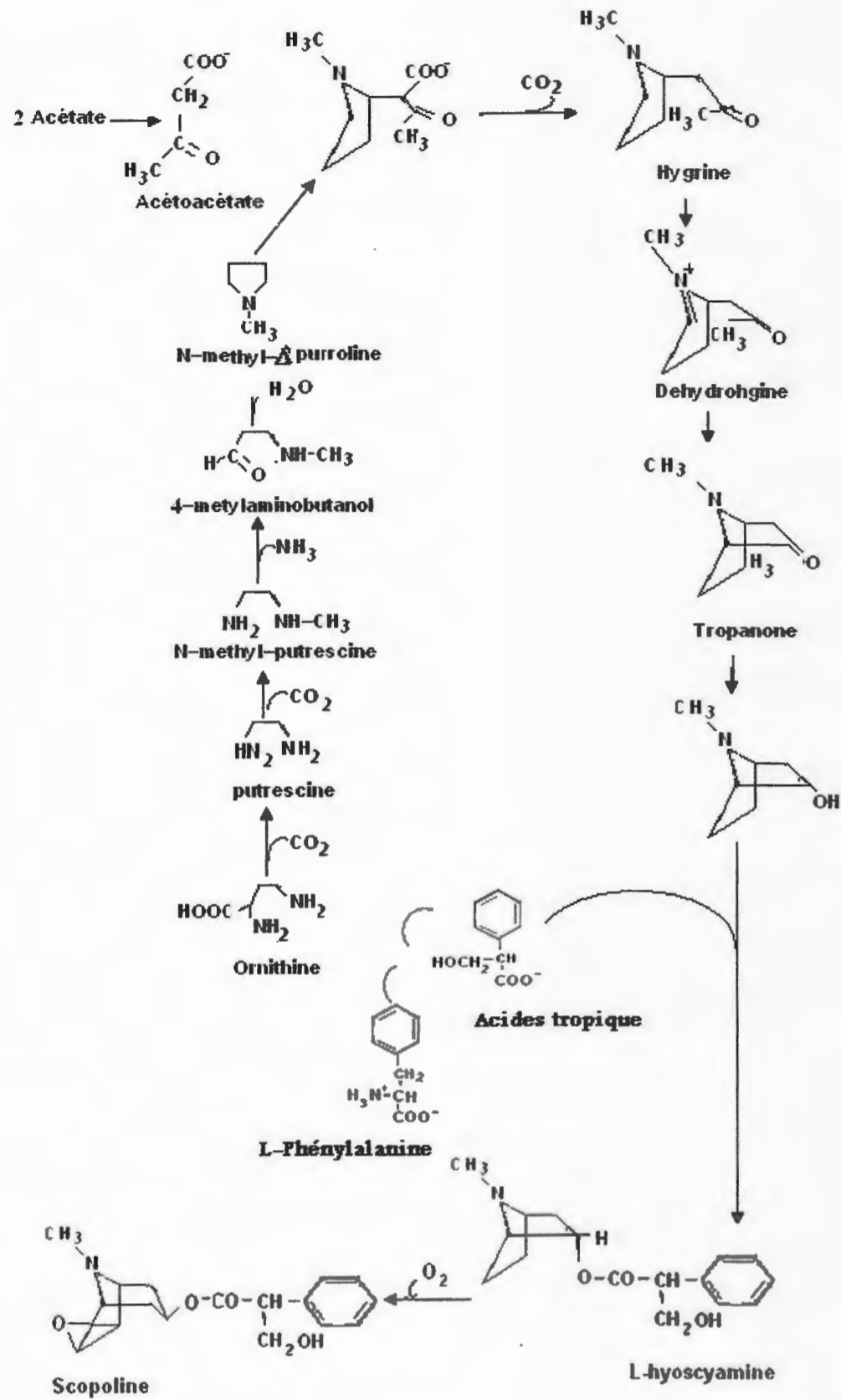
3-7- أماكن تخليق القلويدات

لا يدل وجود القلويدات أو تمركزها في عضو نباتي معين على أنها تكونت بالضرورة في هذا العضو النباتي أو خلقت فيه، فهناك العديد من القلويدات مثل قلويدات الداتورة و الدخان تتكون بالجذور ثم سرعان ما تنتقل لتتراكم بالأوراق و هذا يعني أن الجذور هي مواقع البناء أو التخليق الحيوي للقلويدات، أما الأوراق فهي مواقع لتجميع هذه القلويدات [34]. و تختلف نسبة وجود القلويدات في الأعضاء النباتية المختلفة لنبات ما، كما أن نسبة وجود القلويد الواحد تختلف كذلك من نبات لآخر و من عضو لآخر على نفس النبات [23]. وقد تم إثبات ذلك عمليا عن طريق تجارب التطعيم، فقد أمكن استخدام نبات الدخان كأصل ليطعم عليه نبات البلاذونا، وكلاهما من عائلة الباننجانية، وبعد خروج الأوراق على نبات الطعم (أوراق البلاذونا) أمكن استخلاص ما فيها من قلويدات فوجد أنها تحتوي على قلويد النيكوتين الذي يخلو منه تماما نبات البلاذونا، ولكنه يتواجد بأوراق نبات الدخان [2].

3-8- التخليق الحيوي لقلويدات الثروبان

الأثروبين: هو خليط من المشابهين البصريين لقلويد الهيوسيامين وهو غير فعال ضوئيا، وفي أغلب النباتات يوجد الهيوسيامين ويتحول أثناء عملية الفصل والاستخلاص إلى قلويدات الأثروبين، ويعتبر الهيوسيامين أكثر القلويدات شيوعا، يتحلل الأثروبين مانيا ويعطي كحول الثروبين tropine وحامض الثروبينك tropicacide.

الهيوسمين (السكوبولامين): وهو قلويد سريع التحلل في الوسط القلوي ويعطي حامض الثروبينك وكحول الأوسين [2]. نقطة البداية في تخليق قلويدات الثروبان عبارة عن حلقة N-methyl-Dpurroline مشتق الحمض الأميني الأرنئين الذي يحدث له نزع CO_2 de carboxilation متحول بذلك إلى putrexine، هذا الأخير يضاف له الميثيل Methylation CH_3 معطيا N-méthylputrexine يتم نزع مجموعة الأمين NH_3 منه فنحصل على المركب 4-methylaminobutanol الذي يتحول في محلول مائي إلى مركب حلقي هو N-méthyl purroline هذا الأخير وفي وجود acéto acétate نتحصل على المركب مفتاح الثروبين مرورا بـ Dehydrohygrine، Hygrine و Tropane، تتم بعد ذلك عملية الأسترة على مستوى الثروبين عن طريق حمض الثروبينك مشتق حمض السيناميك حيث يمثل الحمض الأميني phenylalamine المركب الابتدائي لهذا الحمض نصل في النهاية إلى المركب L-hyoxyamus الذي يتحول في وجود O_2 إلى scopolamine [39].



الشكل 25: تخليق قلويدات التروبان : الهوسيامين و السكوبولامين [43].

4- أهمية القلويدات

4-1- الأهمية بالنسبة للنبات

للقلويدات أهمية كبيرة بالنسبة للنبات تتجلى في:

- معظم القلويدات مواد شديدة السمية، لذلك فإن وجودها في النبات يعتبر بمثابة عامل دفاعي لحمايتها من الحشرات و آكلات العشب من الحيوانات [23] و البعض منها تقوم بدور المواد المنظمة للنمو و المؤثرة في العمليات الفيزيولوجية داخل الأنسجة النباتية، تعتبر القلويدات بمثابة المخزون الاحتياطي لعنصر النتروجين لإمداد النبات به وقت الحاجة إليه عند نقصه بالتربة، لتكوين المركبات النباتية الهامة، القلويدات نواتج نهائية تقف عندها تفاعلات المواد السامة بالنبات فيتخلص منها على صورة مركبات قلويدية غير ضارة به ويحتفظ بها في أعضائه المختلفة [2].

4-2 - الأهمية الطبية

القلويدات مركبات فعالة في النباتات الطبية تؤثر بتراكيز ضعيفة [44]. وتستعمل طبييا فيما يلي:

-تستخدم في حالة أمراض القلب وطب العيون. فهي مقبض لحدقة العين مثل البيلوكاربين، و موسع لحدقة العين مثل الأثروبين [2].
-تستخدم كمواد منومة و مخدرة، تؤثر على الجهاز العصبي المركزي مثل مادة المورفين من نبات الخشخاش و مسكنة للألم [44].
-تعمل كمسكن لتقلصات المعدة و الأمعاء لأنها تقلل الإفرازات المعدية و الحامض المعوي مثل الأثروبين Atropine الموجود في نبات السكران و البنج و الداتورة [44].

-كما أن اكتشاف مادة الكينين Quinine الموجودة في قلف أشجار الكينا أدى إلى إنقاذ ملايين البشر من مرض الملاريا، إضافة إلى مادة الكافيين الموجودة في الشاي و البن والتي تعمل على تنبيه الجهاز العصبي، فيساعد على التركيز في التفكير و تنشيط الذاكرة [44]، كما يقوم بتنشيط الدورة الدموية، يستعمل في علاج الصداع و ينظم عمل دقات القلب [45].

- لكن لقلويد الهوسيامين و الأثروبين استعمالات طبية عديدة من أهمها علاج أمراض الجهاز التنفسي و الجهاز العصبي، مسكنات لآلام الأسنان، كما تضاف على الأدوية المسهلة للتقليل و ما يصاحبها من مغص أو تقلصات أو صداع [2].

5- مضر القلويدات

- معظم القلويدات مواد شديدة السمية [2]، و تؤثر بتراكيز ضعيفة [44]، و نظرا لفعاليتها الكبيرة فإن استعمالها يجب أن يكون حذرا و بمقادير تحدد بدقة، فإن بضع غرامات من أوراق السكران الذي يحتوي على قلويد الكونين Conine قادرة على التسبب في موت الجسم البشري [2].

- و قد ثبت أن الإفراط في شرب الشاي الأخضر الذي يحتوي على مادة الكافيين ينجم عنه الإصابة بضعف التنفس و ازدياد ضربات القلب، و فقدان الشهية و الإصابة بالأرق [45].

- و هناك أبحاث أظهرت إمكانية استعمال الكافيين كمبيد حشري مثلما تستعمل مادة النيكوتين المستخلصة من أوراق نبات التبغ Tabac [44].

الفصل الثالث

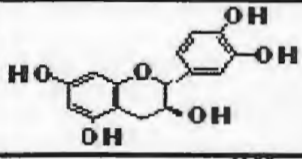
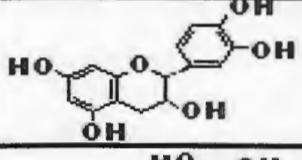
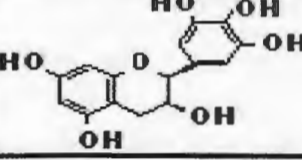
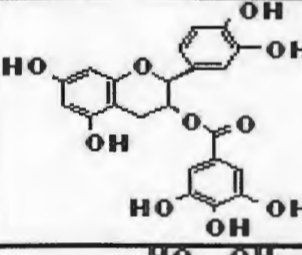
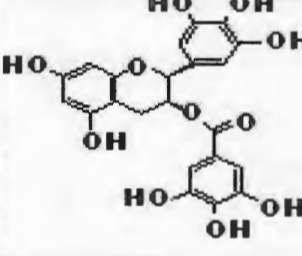
الفعالية البيولوجية لنبته *Camellia sinensis*

1- مواد الأيض الثانوي الفعالة في نبتة *Camellia sinensis*1-1- متعددات الفينول الموجودة في *Camellia sinensis*

Flavan-3-ols- 1-1-1

الأكسدة الأنزيمية للمركبات الفلافونويدية الموجودة خلال مراحل التخمر و الأساسية في صناعة الشاي هي المسؤولة عن الإختلاف بين الشاي الأسود والشاي أولونج و oolong والشاي الأخضر. الكثير من الأبحاث أجريت على التغيرات البنوية لمركبات أكسدة كاتشين Catéchine الشاي، و المسؤول على اللون الأسمر والأحمر للشاي الأسود و التي أعطت الدوق المميز للشاي [33]، و ينتمي هذا المركب Catéchine إلى مجموعة Flavan-3-ols و يكون 30% من المادة الجافة لأوراق الشاي الرطبة و 10-25% في أوراق الشاي الأخضر و 8-21% في أوراق الشاي الأسود و الكاتشينات الأساسية في الشاي موضحة في الجدول رقم V [14].

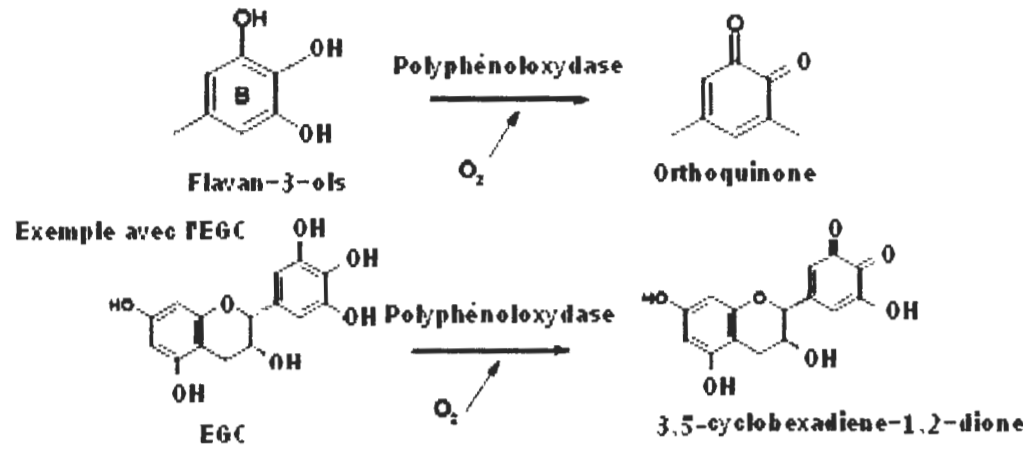
الجدول رقم V: الكاتشينات الأساسية في الشاي الأخضر [14].

| Nom | Abreviation | Formul développée |
|---------------------------|-------------|---|
| Catechine | C |  |
| Epicatechine | EC |  |
| Epicallocatéchine | EGC |  |
| Epicatechine gallate | ECG |  |
| Epicallocatéchine gallate | EGCG |  |

أ- المركبات الناتجة من أكسدة Flavan-3-ols

هذه المركبات EGC و EGCG و ECG تتأكسد بأنزيمات Polyphenoloxydases و peroxydase من أجل تشكيل مركبات مختلفة، والأكثر معرفة Teaflavines و Thearubigines كل واحد منها يوجد بنسبة 2 و 20% من المادة الجافة لأوراق الشاي الأسود.

تشكيل Teaflavines و Thearubigines تبدأ بمرحلة مشتركة تتكون من أكسدة الحلقة B لل Flavan-3-ols إلى orthoquinone [14] كما في الآلية الموضحة في الشكل 26.

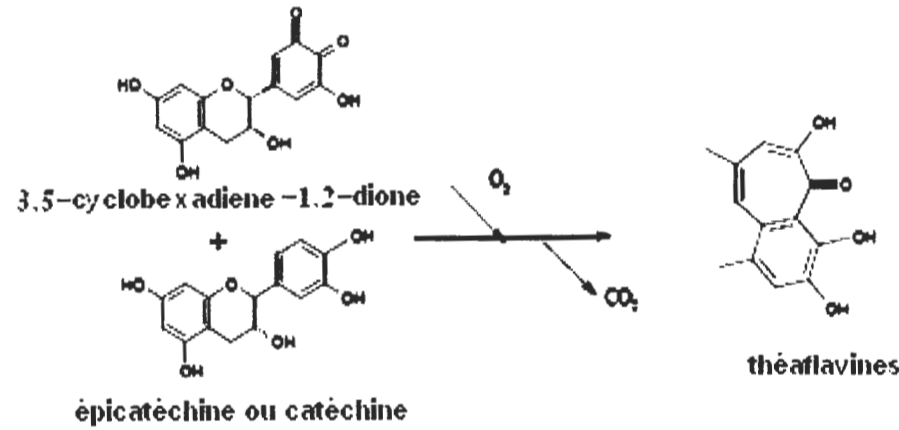


الشكل 26: المرحلة الأولى من أكسدة flavan-3-ols بأنزيم Poly phenoloxydase و الميثال في حالة EGC [14]

هذه المشتقات لل orthoquinones يمكن أن تتحول باتتباع 3 طرق مختلفة .

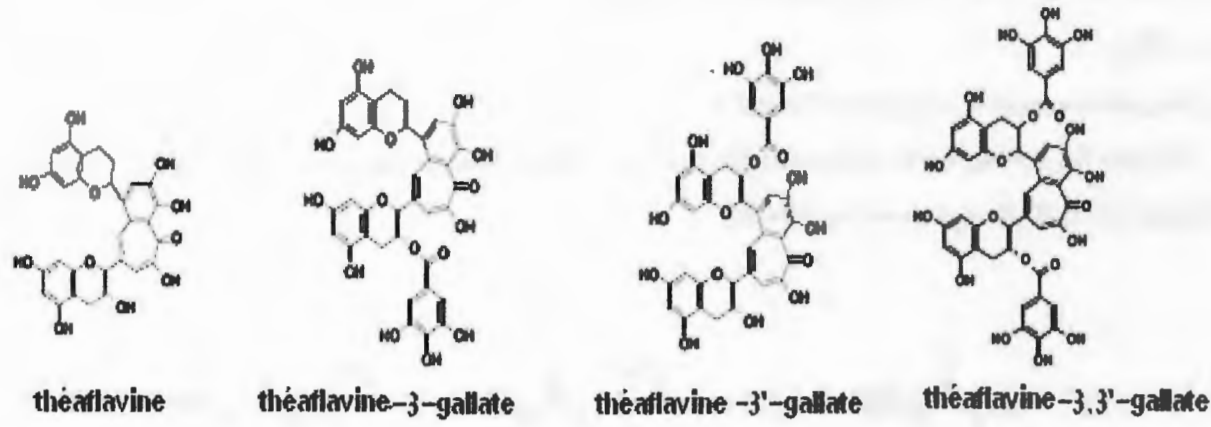
أ- الطريق الأولى

تنتج Theaflavine من التفاعل بين مشتقات الكينون و مركب يملك رابطة غير مشبعة ليست مستبدلة: الكاتشين ، L'epicatechine أو épicatechine gallate [14] و الشكل الموالي يوضح آلية التفاعل :



الشكل 27: الشكل يوضح آلية مرور orthoquinone إلى Theaflavine [14] .

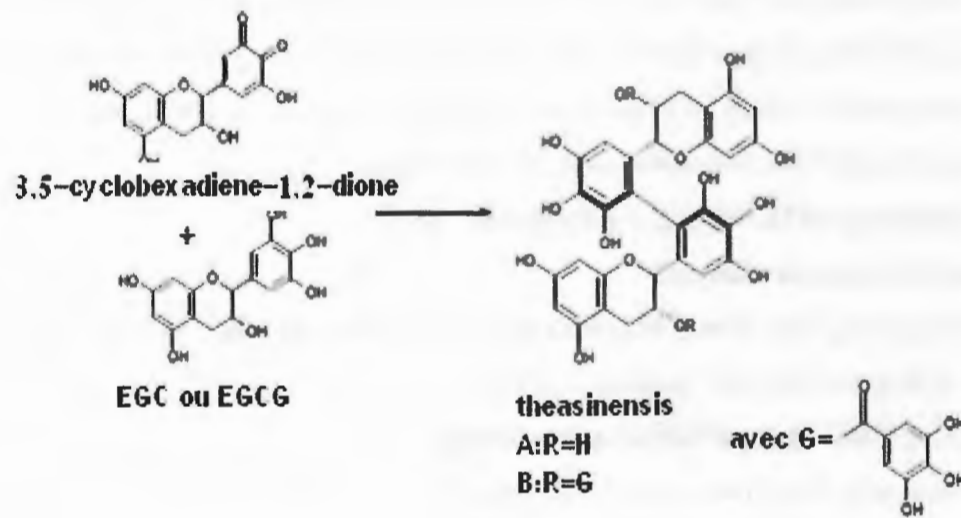
Les theaflavines تتجمع ثنائية نهده المركبات تملك مجموعة أو مجموعات الـ galloyl مثل:
Theaflavine-3,3'-digallate ، Theaflavine-3'-gallate ، Theaflavine-3-gallate كما في الشكل 28 وهي مركبات ذات لون أحمر برتقالي [14].



الشكل 28: بعض الصيغ لمركبات Theaflavine [14].

2- الطريقة الثانية

تفاعل مشتقات d'orthoquinones يؤدي إلى تشكيل Theasinensis جزئيات قليلة (من 0.05 - 0.013 من المادة الجافة) اكتشفت من طرف NishioK ومساعديه سنة 1983 [14] و الآلية المطروحة موضحة في الشكل 29.



الشكل 29: آلية مرور orthoquinones إلى Theasinensis [14].

يتشكل Theasinensis بسهولة أكبر من الـ Theaflavine فالتشكيل الكامل Theasinensis يستغرق ساعتين على عكس Theaflavine فيصل إلى 4 ساعات.

- أما بالنسبة للشاي الأخضر فهو معطل طبيعي للأنزيم بعد أن أثبتت الدراسات الحديثة أن ضغط الدم انخفض في الحيوان و الإنسان بعد إعطائها مستحضرات من الشاي الأخضر متمثلة في الفلافونويدات [22].
- بينت عدة فرق من الباحثين الذين عملوا على ما لا يقل عن ثمانية أنواع مختلفة من الشاي، أنه يحتوي على مركبات توقف إنتاج الهيستامين Histamine، وهي مادة تتولد عن تحول الأستيدين Histidine وتسبب في ظهور أعراض الحساسية كتمدد الأوعية الدموية وإفراز الدموع والربو... وعلى ذلك فإن الشاي الأخضر يطرح نفسه كوسيلة مكملة للأدوية المضادة للهيستامين وذلك لتجنب الحساسية وللشفاء من معظم مظاهرها [22].
- يعمل ال Amylase على تحويل النشاء إلى سكريات بسيطة يمكن إمتصاصها في مجرى الدم وتقوم متعددات الفينول الموجودة في الشاي الأخضر بمنع الأنزيم Amylase ولذا فإنها تساعد على خفض مستويات السكر في الدم. لذا فتناول الشاي الأخضر يخفض مستوى نشاط الأنزيم بنسبة 87% [19].
- توصل معهد الفيزيولوجي في كييف (Kiev) إلى أن الشاي الأخضر يساهم في الشفاء من الآثار التي تحدثها الإشعاعات وأثبتت الدراسة التي أجراها الدكتور "هاياشي" أن مركبات التانين الموجودة في الشاي الأخضر توقف وتقضي على ما يصل إلى 30% من امتصاص التسمومونوم 90 و هي مادة مشعة تتسرب إلى الهواء عند حصول الحوادث النووية [22].
- هناك كولستيرول مفيد "HLD" و كولستيرول ضار "LDL". غير أننا عندما نقول أن الكوليستيرول موجود في جسمنا المقصود هو الكوليستيرول الضار والمعروف باسم "LDL" وزيادة الكوليستيرول الضار يسهل ترسب الأتروم (ترسبات دهنية) على الجدران الداخلية للشرايين وتؤدي إلى تصلب الشرايين. وقد أثبت البروفيسور "مارامانسو" أن الكاتشين الموجودة في الشاي الأخضر يحد من تزايد الكوليستيرول الضار [22].
- أثبتت الدراسات أن مادة EGCG الموجودة في الشاي الأخضر تمنع نمو سرطان البروستات وتقلل من حجم ومقاس الورم الموجود و بوجود علاقة مباشرة بين الإستهلاك العالي للشاي الأخضر وانخفاض معدل الإصابة بسرطان البرستات [19].
- Quercetine الموجود في الشاي الأخضر يلعب دورا هاما في اختزال القرع المعدي [29].
- كما إتضح بعد دراسة فرماقولوجية أن الفلافونويدات هي أساس أدوية العجز الوردية، إذ تعتبر منشطات للأوردة وفي نفس الوقت تقلل نفاذية الأوعية الشعرية، كتأثيرها على جدار الأوعية وكذا خواصها المضادة للإلتهاب و هي أصل إستعمالها في التطبيب كحاميات الأوعية أو مقوية وريدية وترتبط الآليات الواقية للفلافونويدات ضد الأمراض القلبية الوعائية Cardiovasculaire بتأثيراتها المضادة للتأكسد أو فعلها المباشر على المركبات الداخلة في عمليات توليد الإصابات الشرايانية مثل تثبيط التجلط و تثبيط الظواهر الإلتهابية.
- وقد بينت الدراسة الوبائية تقلص خطر الإصابة بسددات عضلة القلب و تقلص معتبرا عند تناول الأغذية الغنية بالفلافونويدات الموجودة في الشاي الأخضر [19].
- الكافيين (الشايين) و بعض الفلافونويدات الأخرى التي تعطي الشاي خاصيته كمقو وتجعله منشط لعلل أجهزة القلب و الكبد والأعصاب بما في ذلك الدماغ من جهة، و مهدئا للإحساس بالتعب و الألم من جهة أخرى، و ردة الفعل هذه تكون جلية أكثر في حالة الشعور بالتعب أو بالنعاس، ويصل بعض العلماء إلى حد القول بأن الشاي الأخضر له تأثير مفيد في العضلات و إنقباضاتها، حيث أنه يمنع تقلص أو تشنج العضلات. و يعود هذا التأثير المنشط الخفيف و المستديم إلى أن الجسم يستفيد من الكافيين الموجود في الشاي بشكل أفضل و ببطئ أكثر مما يحدث في الكافيين الموجود في القهوة. كما أنه يعود أيضا إلى إجتماع الكافيين مع مركبات أخرى موجودة في الشاي، و منها الكاتشين الذي يتمتع بفعالية في تنظيم عمل الجسم [22].
- على الأشخاص المصابين بالقرحة في المعدة أن يتجنبوا إستهلاك كميات مفرطة من الشاي لأن طعمه المر ينشط إفراز الحمض المعدي يستحسن على الأشخاص الذين يعانون من نبض القلب الغير منتظم وعلى النساء الحوامل و الأمهات المرضعات أن لا يتناولوا أكثر من فنجانان في اليوم، و لأن تواجد القلويدات مثل الكافيين وغيره بكميات كبيرة قد يؤدي إلى إزدياد سرعة القلب [4].

» الكافيين و التيوفيلين Theophylline يعرف بتأثيره النشط على مستوى الجهاز العصبي المركزي و القلب و إستهلاكها المفرط يسبب تهيج أو إثارة باطنية و تعرض للخضوع الفيزيائي (القلق و التعب).
التأثير التويرومين مشابه للكافيين و التيوفيلين و لكن أقل تأثيراً باستثناء ميزته المدر للبول الأكثر أهمية [14].

المناقشة

من خلال دراستنا للميتابوليزم الثانوي لنبته الشاي الأخضر *Camellia sinensis* وباعتمادنا على عدة مراجع، تبين لنا أن أهم مركبات الأيض الثانوي للنبته هي متعددات الفينول وقد أثبت وجود هذه المركبات في نباتات أخرى مثل: الثوم *Allium sativum*، البصل *Allium cepa*، والكافور *Theobroma Cacao* [2]. وهذه المركبات تقوي جدار المعدة وتقي المعدة من السرطان وتعالج قرحة المعدة وعسر الهضم، ويساعد على إزالة احتقان الصفراء وتقوية الكبد. متعددات الفينول تعطي للشاي الأخضر فعاليته البيولوجية وممن بين متعددات الفينول الموجودة في الشاي الأخضر [13] ونجد:

- التانين ونجده أيضا في النعناع *Mentha piperita* [2] ويعمل هذا المركب كمطهر للحلق، مهدئ للألم اللثة والأسنان، ومعالجة الإسهال والجروح البطينة الالتئام [19]
- مركب الكارستين *Quercetine* ويوجد أيضا في، الثوم *Allium sativum*، البصل *Allium cepa* وقد أثبتت فعاليته بالتجارب كمضاد للحساسية.

كما أن الكاروتينات الموجودة في الشاي نجدها أيضا في الخضروات والفواكه مثل: الجزر *Daucus carota*، البطاطا الحلوة *Dioscorea villosa*، وهي تحتوي على كميات وافرة من β -Carotène التي تعمل كمضادة للتأكسد وتعمل على حماية الخلايا من التأثيرات الضارة التي تحدثه الجذور الحرة كما أن قابلية β -Carotène للتحويل إلى فيتامين A أكسبها القدرة على الحد من النمو السرطاني، لما يقوم به الفيتامين A من دور في عمليات الانقسام وتمايز الخلايا الطلائية الإبتيلية، ذلك أن الخلايا السرطانية تتميز باضطراب في هذه الانقسامات واختلالها [46].

كما يحتوي الشاي على القلويدات وأهمها الكافيين، حيث أن الجسم يستفيد من الكافيين الموجود في الشاي بشكل أفضل وبيطه أكبر مما يحدث للكافيين الموجود في القهوة.

إضافة إلى الثيوفيلين *Theophylline* و *Theopromine* التي لها نفس خواص الكافيين ولكن بأقل تأثير. وللشاي الأخضر أضرار إذا أفرط في تناوله بمقادير كبيرة فهو يرفع ضغط الدم وسرعة التنفس، ناهيك عن الأرق والإمساك الارتجاف وخفقان القلب واضطراب الأعصاب [13].

الخاتمة

إن الهدف الرئيسي الذي انطلقنا منه في بحثنا هو التعرف على نبتة الشاي الأخضر *Camellia sinensis* وهي نبتة طبيعية مفيدة ، وقد تركز محور دراستنا على نواتج الأيض الثانوي وأهم مركباته الفعالة في نبتة الشاي الأخضر *Camellia sinensis* ، واستخلصنا أن أهم مركبات الأيض الثانوي الفعالة في نبتة ال *Camellia sinensis* هي الفلافونويدات (مثل Flavan-3-ols ، و الفلافونول) و القلويدات (مثل الشايين ، الثيوفلين والثيوبيرومين). كما بينا العلاقة بين البنية و الفعالية فهدفنا الأساسي من هذه الدراسة هو توجيه الاهتمام للطب البديل و الابتعاد عن الطب الحيوي وتأثيراته الجانبية .

قائمة المراجع

المراجع

باللغة العربية

- [1] عطية س و زعقوق م. 2000. الغذاء و الأعشاب وصحة الإنسان، مطابع الأهرام التجارية، فليوب القاهرة، مصر. ص: 1
- [2] محمد السيد هيكل، عبد الله و عبد الرزاق عمر، 1993. النباتات الطبية و العطري كيمياؤها - إنتاجها - فوائدها منشأة المعارف، الإسكندرية، 492ص
- [3] أندرو شوفالبييه، 2003. الطب البديل، التداوي بالأعشاب و النباتات الطبية ، أكاديمية أنترنشيونال بيروت لبنان. ص: 11
- [4] ترجمة محمد ديس، ريم اسماعيل و عمر الأيوبي، 1999. الكامل في الأعشاب و النباتات الطبية، أكادمية انترناسيونال بيروت- لبنان، 197 ص
- [7] د: عبد العزيز الصباغ، 2004. موسوعة النبات العام ، طبعة جديدة، 1989. منشورات عويدات بيروت- باريس. ص: 699
- [9] محسن الحاج، طب الأعشاب تراث و علم، الطبعة الثالثة ، دار صبح للطباعة و النشر و التوزيع بيروت لبنان. ص: 467
- [10] حسان قبيسي ، 2002. الأعشاب و النباتات الطبية ، الطبعة الخامسة، دار الكتب العلمية، بيروت - لبنان 566ص.
- [13] الشحات نصر أبوزيد، 1986. النباتات و الأعشاب الطبية ، الطبعة الأولى، دار البحار بيروت، 496 ص.
- [19] عادل عبد العادل، 2007. التداوي و العلاج بالشاي الأخضر، الحرية للنشر و التوزيع، القاهرة. ص: 7-79.
- [20] عبد اللطيف عاشور، التداوي بالأعشاب و النباتات، دار الهدى، عين مليلة. ص: 128
- [21] ترجمة: أحمد عسكري حنفي هشام، 1996. أساميات كمياء الأعذية، دار العربية للنشر و التوزيع القاهرة. ص: 308، 309، 310، 315، 317.
- [22] ترجمة: عقيل الشيخ حسين، 2003. أسرار العلاج بالشاي الأخضر، دار الفراشة للطباعة و النشر و التوزيع، بيروت لبنان. ص: 4، 28-63.
- [28] شكري ابراهيم سعد، 1994. النباتات الزهرية نشأتها تطورها تصنيفها، دار الفكر العربي. ص: 171-173.
- [35] الشحات نصر أبوزيد، 1992. النباتات العطرية و منتجاتها الزراعية و الدوائية، دار العربية للنشر و التوزيع القاهرة، 672 ص.
- [40] أكرم طلعت، 2004. علاج نفسك بالشاي الأخضر، دار المسلم للنشر و التوزيع القاهرة. ص: 17
- [42] علي الغنيمي علي، 1993، موسوعة نباتات الامارات العربية المتحدة في تراث الطب الشعبي، جامعة الإمارات العربية. ص: 56، 60.
- [44] بركات صلاح، 1987. المنهج النبوي و المنهل الروي ، دار الشهاب باتنة الجزائر. ص: 9.
- [45] عبد العزيز زلماطي، 1993. التداوي بالأعشاب و النباتات الطبية، دار الهدى للطباعة و النشر و التوزيع للمنطقة الصناعية عين مليلة الجزائر. ص: 102، 103.



- [5] WATSON L., DALLWITZ M. J., 1992. Theaceae, in: wikipédia, Disponible sur: <<http://fr.wikipedia.org/wiki/Theaceae>>, 03-05-2008.
- [6] RODOLPH R., EDOUARDS S., VICENT V., SAVOLAINEN M., DANIEL J., 2004. botanique systematique des plantes a fleurs, éditeur presses, polytechniques et universitaires romandes, lausanne. np432.
- [8] JEAN G., 1984. les plantes, BORDAS, paris. np 304.
- [11] PEACHTREE C., 2003. tea plant camellia sinensis [en ligne], Disponible sur: <<http://www.henriettesherbal.com>>.23-4-2008.
- [12] JEAN B., 1993. pharmacognosie phytochimie plantes medicinales, édition TECetDOC, paris. Np916.
- [14] AURELIE M., 2007. Etude de la composition ménérale et organique des liqueurs de thé et de leurs caractéristiques organoleptique :Influence des paramètres physico-chimiques de l'eau [en ligne], thèse doctoral :de science agroressources, TOULOUSE.p:6-22. Disponible sur : <<http://ethesis.inp-toulouse.fr/>>, 14-04-2008.
- [15] MARCEL M., 2002. La rousse agricole. La rousse/VUEF. Canada .767 p.220,221.
- [16] HENRIETTE K., 2005. photo : camelina sativa, disponible sur : <<http://www.henriettesherbal.com>>, 1-05-2008.
- [18] Max .W.M., ? les plantes thérapeutique, édition TEC et DOC, Paris. p:551
- [23] HOPKINS W.G., 2003. physiologie végétale, éditeur de Boeck, bruxelles, np514.
- [24] SYLVIE M., CATHERINE R., ROBIN B., 2004. Botanique Biologie et physiologie végétales, Maloine, paris, np416.
- [25] JEAN L., GUIGNARD L., COSSON M., HENRY., 1985. Abrége de phytochimie, Masson, Paris.
- [26] WOLLE N., DIETEZ V.H., 1980. Biochemical systematics and ecology .p :8,21
- [27] SWAINT T., " chemistry and biochemistry of plant pigments ", Goodwin ed Academic
- [29] ABDELGHAFOUR M., 2003. Radiolyse gamma des flavonoides. Etude de leur reactivite avec les radicaux issus des alcools :Formation de depsides, thèse Doctoral de biophysique, Limoges. p: 40, 41, 42.
- [30] Forkmann G., (1992). structure and biosynthesis of Flavonoids 16^{eme} Assemble du groupe polyphénols, brisbonne. p:16, 19, 27.
- [31] GERHARD R., 1993. Métabolisme des végétaux physiologie et Biochimie.p:318,332,338.

- [32] **RIBERAN-GAYON J.B., 1968.** les composé phénolique des végétaux, éditeur dunod, paris, np191.
- [33] **PASCAL S., MANCHADO P., VERONIQUE C., 2006.** les polyphénols en agroalimentaire ", Editions TEC et DOC paris. p733.
- [34] **RAVEN /EVERT /EICHORN., 2000.** Biologie végétale, éditeur boeck paris, nP733.
- [36] **BERNARD M., 1983.** phytoaromathérapie pratique, Edition Dougles, France.p: 80, 80, 88, 89.
- [37] **METet HURBAILL M., 1981.** Abrégé de Matière Médical, édition Masson, Paris, new York, np274.
- [38] **JEAN et LUIS G., 2000.** biochimie végétale, éditeur dunod, paris. p:178-191.
- [39] **GERHAD R., 1993.** Métabolisme des végétaux, éditeur presses polytechniques et Universitaires romandes, Lausanne, np544 .
- [41] **WILHEM N., 1998.** Botanique Générale, éditeur de Boeck, bruxelles, np 602.
- [43] **RICHTER G., 1993.** Métabolisme des végétaux, traduction et adaptation Française de Gabrielle Reymond, presse polytechniques et universitaires, Ramande. p: 439.
- [46] **STEINMETZ K. A and POTTER J. D., 1996.** Vegetables, Fruits; Cancer Prevention: A Review. Journal of the American Dietetic Association, vol. 96(10). p: 1039.

Le Site d'intèrnet :

- [17] <http://www.afd-lv.org/plant-ch/theier/techniqu/PCthe.htm>

ملخص

سمحت لنا هذه الدراسة بالتعرف على نبتة الشاي الأخضر *Camellia sinensis* وهو نوع من أهم أنواع العائلة الشانية Theaceae و نهدف بدراستنا هذه إلى تحديد الأهمية العلاجية لنبتة الشاي الأخضر من خلال دراسة مركبات الأيض الثانوي الموجودة في النبتة وأهم هذه المركبات متعددة الفينول نجد: Flavan-3-ols، فلافونول و التانين Tanins، كما نجد القلويدات و التربينات. لهذه المركبات فعالية بيولوجية علي العضيات الحية، حيث لاحظنا من خلال بحثنا النظري أن:

- الفلافونويدات تعمل كمضادة للأكسدة، مضادة للسرطانة، مضادة للقرح و مضادة للحساسية.
- التربينات الرباعية (مثل: الكاروتينات) تعمل كمضادة للتأكسد وتعمل على حماية الخلايا من التأثيرات الضارة التي تحدثه الجذور الحرة، كما تضبط سكر الدم العالي.
- القلويدات (مثل: الكافيين، التيوفلين والتيوبرومين) منشط لأجهزة القلب و الكبد و منبهة للجسم.

الكلمات المفتاحية: الأيض الثانوي، الشاي الأخضر، الفلافونويدات، الزيوت الأساسية، الفعالية البيولوجية.

Résumé

Cette étude nous a permis de connaître le thé vert *Camellia sinensis*. Il est parmi les plus importants types de la famille Theaceae. Le but de notre travail c'est d'étudier les différentes formes thérapeutiques de cette plante à travers l'analyse des composés du métabolisme secondaire, les principaux types de ces composés sont des polyphénols: Flavan-3-ols, flavonoles et tanins, nous trouvons aussi les alcaloïdes et les terpenes. Il y a une grande efficacité biologique de ces composés biologiques sur les organites vivants, d'après notre recherche théorique on a observé que: l'avons noté

- Les flavonoïdes sont des anti-oxydants, anti-cancéreux, anti-ulcéreux et anti-allergiques.
- Les tetraterpenes (comme le carotène): sont des anti-oxydants, Ils protègent les cellules contre les effets nocifs des radicaux libres. Ils règlent le glucose du sang.
- Les alcaloïdes (Comme: Caféines, Théophylline et Theopromine) : ils activent le cœur, le foie et récupèrent le corps.

Mots- clés : métabolisme secondaire, thé vert, flavonoïdes, huiles essentiel, efficacité biologie.

Abstract

This study allowed us to know the green tea plant *Camellia sinensis* is the type of the most heinous types of family Theaceae and this study aims to identify important therapeutic plant for green tea through the study of metabolism secondary compounds in plant and most of these vehicles are multiple phenol: Flavan-3-ols, flavonoles and Tanins, as we find alkaloides and terpenes. The effectiveness of these compounds on biological organelles living, as we noted during our search of that theory:

-Flavonoïdes an anti-oxidant, anti-cancer, anti-ulcereux and anti-allergic.

Tetraterpenes (as carotene): an anti-oxidants and works to protect cells against the harmful effects caused by free radicals, and control high blood sugar.

-Alcaloides (Comme: Caféines, Theophylline and Theopromine) enabled devices for the heart, liver and recovery for the body.

Keywords: métabolisme secondaire, tea green, flavonoïdes, essential oils, efficiency biology.