

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



Université Larbi Tebessi
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie
Département des êtres vivants
Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master
Spécialité : biotechnologie végétale

Thème

Composition chimique et activité biologique de deux plantes
médicinales: *Papaver somniferum* L. et *Catharanthus roseus* L.

Présenté par :

Hadjadj Hanan

Devant le jury

Souad Mehalaine	MCA	Université de Tebessa	Encadreur
Soraya Hioun	MAA	Université de Tebessa	Président
Karima Ghedabnia	MAA	Université de Tebessa	Examineur

Date de soutenance : 15 Juin 2022

Résumé

Catharanthus roseus L. et *Papaver somniferum* L. sont deux plantes médicinales très appréciées dans les industries pharmaceutiques et agroalimentaires en raison de leurs principes actifs notamment les alcaloïdes à activités pharmacologiques et biologiques importantes. Cependant, l'utilisation excessive a conduit les chercheurs à établir des méthodes biotechnologiques pour produire et régénérer ces deux plantes.

Dans ce contexte, ce travail porte sur la description botanique, la répartition géographique, la composition chimique, l'utilisation et les activités biologiques de ces deux espèces végétales cultivées dans la région méditerranéenne: *Catharanthus roseus* et *Papaver somniferum*. Le travail porte également sur les approches biotechnologiques appliquées dans la production et la régénération de ces deux plantes médicinales.

Mots clés : Plantes médicinales, alcaloïdes, activités biologiques, régénération, culture *in vitro*.

Abstract

Catharanthus roseus L. and *Papaver somniferum* L. are two medicinal plants highly valued in the pharmaceutical and agri-food industries because of their active principles, in particular alkaloids with significant pharmacological and biological activities. However, the overuse has led researchers to establish biotechnological methods to produce and regenerate these two plants.

In this context, this work focuses on the botanical description, geographical distribution, chemical composition, usage and biological activities of these two plant species cultivated in the Mediterranean region: *Catharanthus roseus* and *Papaver somniferum*. The work also focuses on the biotechnological approaches applied in the production and regeneration of these two medicinal plants.

Keywords: Medicinal plants, alkaloids, biological activities, regeneration, *in vitro* culture.

الملخص

الونكة الوردية و خشخاش الأفيون هما نوعان من النباتات الطبية ذات قيمة عالية في الصناعات الدوائية والصناعات الغذائية الزراعية بسبب مكوناتهما النشطة ، ولا سيما القلويدات ذات الأنشطة الدوائية والبيولوجية الهامة. إلا أن الإستخدام المفرط لهذين النباتين دفع الباحثين الى إنشاء وتطوير طرق التكنولوجيا الحيوية من أجل إنتاج وتجديد هذين النوعين النباتيين .

في هذا السياق ، يركز هذا العمل على الوصف النباتي والتوزيع الجغرافي والتركيب الكيميائي والإستخدام والأنشطة البيولوجية لهذين النوعين من النباتات المزروعة في منطقة البحر الأبيض المتوسط: الونكة الوردية و خشخاش الأفيون. يركز العمل أيضاً على طرق التكنولوجيا الحيوية المطبقة في إنتاج وتجديد هذين النباتين الطبيعيين.

الكلمات المفتاحية: نباتات طبية ، قلويدات ، نشاط بيولوجي ، تجديد ، زراعة في المختبر.

Liste des figures

Figure 1. Les principaux alcaloïdes de la pervenche de Madagascar	6
Figure 2. Les principaux alcaloïdes de <i>Papaver somniferum</i>	10

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 01 : <i>Catharanthus roseus</i> L.	
1. <i>Catharanthus roseus</i> L	3
1.1. Classification botanique	3
1.2. Description botanique	3
1.3. Répartition géographique	4
1.4. Habitat naturel	4
1.5. Composition chimique	4
1.6. Activités biologiques	6
1.7. Importance économique	7
Chapitre 02 : <i>Papaver somniferum</i> L.	
1. <i>Papaver somniferum</i> L	8
1.1. Classification botanique	8
1.2. Description botanique	8
1.3. Répartition géographique	8
1.4. Habitat naturel	9
1.5. Composition chimique	9
1.6. Activités biologiques	10
1.7. Importance économique	11
Chapitre 03 : Les études biotechnologiques de <i>C. roseus</i> et <i>P. somniferum</i>	
1. Méthodes biotechnologiques de régénération de <i>Catharanthus roseus</i>	12
1.1. Germination <i>in vitro</i> des graines	12
1.2. Culture de tissus	12
1.3. Culture cellulaire	12
1.4. Culture de méristème	13
2. Méthodes biotechnologiques de régénération de <i>Papaver somniferum</i>	13
2.1. Germination <i>in vitro</i> des graines	13
2.2. Culture de tissus	13

2.3. Culture cellulaire	13
2.4. Culture de méristème	14
Conclusion	15
Références bibliographiques.	16

Introduction

Introduction

Depuis très longtemps et avec le début des sociétés, l'homme a appris identifier et classer les matières végétales qui peuvent être utilisées dans les nécessités de la vie. L'une de ces nécessités est l'utilisation d'herbes et leurs extraits pour leurs capacités de guérison (Mamedov, 2012).

La découverte de graines de pavot : *Papaver somniferum* sur des sites du centre de la Belgique était entre 5200 et 5000 avant JC. La région d'origine de la plante se situe dans le bassin méditerranéen où il existe peu de sites archéologiques (Salavert, 2021).

Duke (1973) a déclaré que le pavot est utilisé comme analgésique pour les maux d'estomac, la diarrhée, la toux et la constipation, et les huiles de graines ont montré l'effet de la vitamine F sur la peau et la protection contre le cancer (Aruna et Sivaramakrishnan, 1992). Elles sont également utilisées comme épice et sont très nutritives à manger dans les salades comme saveur spéciale (Schijfsma et al., 1960). Les graines de pavot moulues sont utilisées dans les produits agro-alimentaires (Collins, 1980).

Papaver somniferum est actuellement un produit agricole important, le produit étant utilisé dans l'industrie alimentaire ainsi que dans l'industrie pharmaceutique. La production intensive du pavot conduit à une certaine orientation de l'élevage dans le but d'obtenir des variétés très productives à importance alimentaire ou industrielle (Tetenyi, 1997 ; Matyášová et al., 2011).

La découverte de *Catharanthus* remonte de la Mésopotamie à 2600 avant JC. En 1837 son histoire commence lorsque des graines ont été envoyées de Madagascar vers les jardins de la famille royale à Versailles près de Paris. Sir Richard le Jardinier a planté ces graines pour le roi Louis XV, et il a envoyé les graines de ses plantes au Chelsea Botanic Garden à Londres en 1757. Ces graines ont été cultivées par le célèbre botaniste Philip Miller. Le souverain d'Ortus Botanikus de Leiden a également obtenu des graines d'un "diplomate français" et a montré ses plantes à Linnaeus en 1758. Il semble donc que les plantes de *Catharanthus* cultivées en Europe ont été introduites de Madagascar par la France (Bergen, 1996).

La pervenche de Madagascar est mentionnée dans les remèdes populaires contre le diabète, le paludisme, les piqûres d'insectes, les infections cutanées, la diarrhée, la leucémie, l'irritation des yeux, l'indigestion, les maux de dents, les maux de tête et la gorge, et la congestion pulmonaire, pour les crampes d'estomac et le traitement de l'indigestion (Naghme et al., 2015). C'est une plante ornementale populaire que l'on trouve dans les jardins et les maisons des régions les plus chaudes du monde (Aruna et al., 2015).

La pervenche de Madagascar a une importance agricole, biologique, environnementale et médicale, en particulier ses composés anticancéreux, en plus de son introduction dans l'industrie horticole (Naghmech et al., 2015).

Les méthodes biotechnologiques appliquées pour la régénération de *Catharanthus roseus* et *Papaver somniferum* comprennent la germination des graines *in vitro*, la culture de tissus, de cellules et de méristème.

L'objectif de ce travail est d'aborder l'importance phytochimique et biologique de deux plantes médicinales cultivées dans la région méditerranéennes : *Catharanthus roseus* L. et *Papaver somniferum* L. et les méthodes biotechnologiques de production pour leur propagation en nombre, conservation et pour l'accumulation de leurs alcaloïdes à propriétés pharmacologiques importantes.

Ce document est divisé en trois chapitres :

- Le premier et le deuxième chapitre concernent la description botanique, la répartition géographique, la composition chimique et les activités biologiques des deux espèces végétales : *Catharanthus roseus* et *Papaver somniferum* respectivement.
- Le troisième chapitre concerne les approches biotechnologiques appliquées dans la production et la régénération de ces deux plantes.

Chapitre1

Catharanthus roseus

L.

Chapitre1

Catharanthus roseus

L.

1. *Catharanthus roseus* L.

1.1. Classification botanique

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Super-division : Spermatophyta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Astéridae

Super-ordre : Gentiananae

Ordre : Gentianales

Famille : Apocynaceae

Sous-famille : Rauvolfioideae

Tribu : Vinceae.

Genre : *Catharanthus*

Espèce : *Catharanthus roseus* L. (Naghmeh et al., 2015 ; Vipasha et al.,2016).

Nom français : La pervenche de Madagascar

1.2. Description botanique

La pervenche de Madagascar est une plante vivace ou annuelle persistante, semi-arbustive, herbacée atteignant 1 mètre de hauteur qui sécrète un latex laiteux. Les tiges font 30 à 100 cm de long. Elles sont généralement verticales. Elles sont semi ligneuses, rougeâtres et contiennent un latex . Les racines s'étendent jusqu'à 70 cm de profondeur. Les feuilles de la plante sont de forme ovale à oblongue de 2.5 à 9 cm de long et 1 à 3.5 cm de large, à une couleur verte brillante sur le dessus, verte pâle en dessous, elles sont persistantes et opposées. Elles sont ovales à lancéolées à marge ondulée et avec un pétiole court. Elles sont le siège d'une intense activité biologique conduisant à la biosynthèse d'une centaine d'alcaloïdes. Les fleurs de 3 à 4 cm sont roses ou blanches avec un point rose au milieu. Ils sont présentes toute l'année si le climat est favorable. Une corolle tubulaire à 5 pétales de 3 à 4 cm de long qui peuvent être blancs, roses ou violets. Le fruit vert, même mûr, est constitué de bulbes, parfois avortés ou réduits, dressés ou légèrement étalés jusqu'à 60 degrés (Veenman et Zonen, 1981 ; Mishra et Verma, 2017 ; Rajaonarivony, 2018).

1.3. Répartition géographique

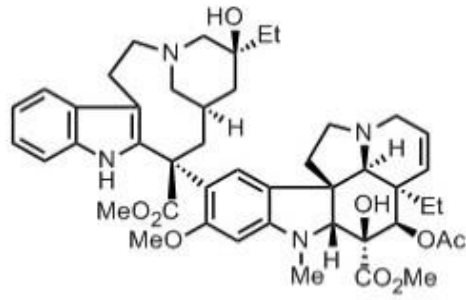
Cette herbe est largement cultivée en Espagne, aux États-Unis, en Chine, en Afrique, en Australie, en Inde et en Europe du Sud pour ses usages médicaux. Les médicaments dérivés de cette plante trouvent d'importants marchés aux États-Unis, en Hongrie, en Allemagne, en Italie, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni. Le genre *Catharanthus* comprend 8 espèces. Sept espèces sont endémiques de Madagascar et une espèce est limitée à l'Inde et au Sri Lanka. Les roses de type *Catharanthus roseus* sont cultivées et placées dans toutes les régions tropicales, et parfois dans les régions subtropicales des deux hémisphères, en particulier dans les endroits sablonneux. Elle se développe sur de nombreux types de sols et fleurit toute l'année dans un endroit ensoleillé (Naghme et al., 2015 ; Mishra et Verma , 2017 ; Rajaonarivony, 2018).

1.4. Habitat naturel

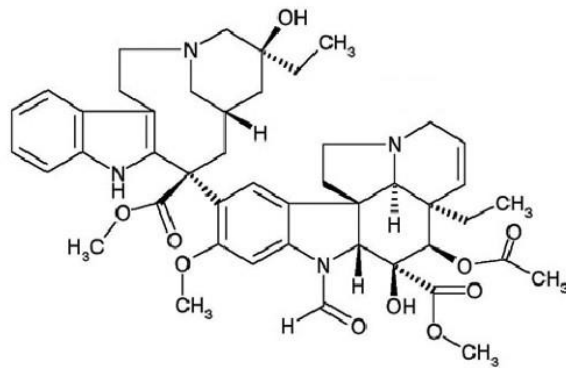
La pervenche de Madagascar est une espèce végétale originaire de la grande île de Madagascar, dans l'ouest de l'océan indien, à côté de l'Afrique. La pervenche de Madagascar est une plante tolérante contre les stress abiotiques tels que la sécheresse, la chaleur et la salinité. La pervenche de Madagascar peut survivre dans divers habitats tels que les sols sableux, les prairies, les rivières, les dunes, les terrains vagues, les bords de routes, les roches calcaires et même les plages. Cela s'explique par sa résistance. La pervenche de Madagascar ne peut pas supporter trop d'eau, de sols humides ou de températures fraîches (0 à 10°C). Dans des sols mal drainés, la pervenche de Madagascar peut prendre une coloration jaune vert, tandis que la surexploitation des sols peut causer des maladies bactériennes et fongiques au niveau de la tige et de la racine (Naghme et al., 2015 ; Rajaonarivony, 2018).

1.5. Composition chimique

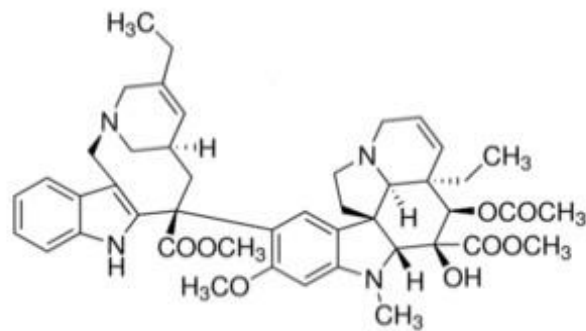
La pervenche de Madagascar est connue par ses alcaloïdes indoliques terpéniques. Elle est constituée d'alcaloïdes mono-indoliques (catharanthine, vindoline). Ces alcaloïdes sont constitués d'une partie indolique et d'une partie mono terpénique dont la teneur est environ 0.1% dans les feuilles de la plante. Les alcaloïdes bis-indoliques (vinblastine, vincristine) sont également trouvés dans les feuilles de cette plante. La plante possède également différents groupes chimiques tels que les polyphénols, les stéroïdes, les glycosides, les flavonoïdes et les anthocyanes. Les feuilles de cette plante contiennent une forte concentration en Na, Ca, Mg, Cr, Fe, Al, Cu alors que dans les fleurs de la pervenche, il y a une forte concentration en K et en Zn (Rajaonarivony, 2018).



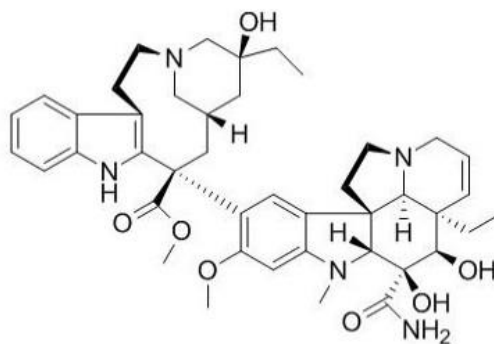
La vinblastine



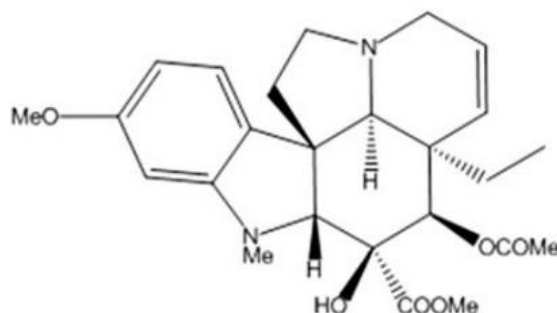
La vincristine



La vinorelbine



La vindesine



La vindoline

Figure 1. Les principaux alcaloïdes de la pervenche de Madagascar (Rajaonarivony, 2018).

1.6. Activités biologiques

A Madagascar, les feuilles amères et astringentes ont été appliquées comme émétique, les racines ont été utilisées comme purgatif, vermifuge, dépuratif, agent hémostatique et remède contre les maux de dents. Pour de nombreux habitants de Madagascar, ils l'utilisent pour se soigner. Les décoctions de la pervenche de Madagascar sont mentionnées dans les remèdes folkloriques pour le traitement du diabète, du paludisme, de la dengue, de la dysenterie, des piqûres d'insectes, des infections cutanées, de la diarrhée, de la leucémie, de l'irritation des yeux, de la dyspepsie, des maux de dents, des maux de gorge et la congestion pulmonaire. La racine de la plante est signalée comme tonique et possède des propriétés hypotensives, sédatives et tranquillisantes. Aux philippines, la décoction de feuilles est un traitement pour le diabète, les jeunes feuilles sont pour les crampes d'estomac et la décoction de racine est pour le parasitisme intestinal. Les mauriciens utilisent l'infusion de feuilles pour l'indigestion et la dyspepsie. En Inde, le jus des feuilles est utilisé pour traiter les piqûres de guêpes tandis que les racines et les feuilles sont utilisées comme agents anticancéreux (Naghmeh et al., 2015).

Les extraits floraux de la pervenche de Madagascar sont largement utilisés dans de nombreux pays comme remède à de nombreux maux : Cuba et Jamaïque, Indochine, Togo, Amérique centrale et du Sud et même dans les pays développés comme l'Europe, la Chine, Hong Kong, Corée et Japon (Naghmeh et al., 2015).

La vinblastine et la vincristine, alcaloïdes dérivées de la tige et des feuilles de *Catharanthus roseus*, inhibent la croissance de certaines tumeurs cancéreuses. La vinblastine est utilisée expérimentalement pour traiter les tumeurs et la vincristine est utilisée pour traiter la leucémie chez les enfants. Les principes actifs présents dans les feuilles et les fleurs de *Catharanthus roseus* aident à réduire la glycémie d'environ 20% chez les diabétiques. Les feuilles sont également utilisées pour traiter des affections bactériennes, elles possèdent une activité

antioxydante et anti-diarrhéique, aident à réduire le stress et abaissent considérablement la glycémie et la tension artérielle (Mishra et Verma, 2017). Le jus des feuilles de *Catharanthus roseus* abaisse le taux de cholestérol total dans le sang et les triglycérides (Mishra et Verma, 2017).

1.7. Importance économique

A Madagascar, *Catharanthus roseus* est utilisée dans la production de médicaments contre le cancer et les médicaments cardiovasculaires (Bergen, 1996). La plante est couramment utilisée dans la préparation des traitements du diabète et les médicaments de la pression artérielle (Kaushik et al., 2017). *Catharanthus roseus* est également utilisée dans la fabrication des insecticides contre les moustiques en Inde (Philosia et Dhivya, 2017), et la production des antioxydants, des antibactériens et des antifongiques (Thuy Pham et al., 2020).

Chapitre2

Papaver somniferum

L.

1. *Papaver somniferum* L.

1.1. Classification botanique

Règne: Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Super- division : Spermatophytes

Division : Trachéophyte

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Magnolidae

Ordre : Ranunculales

Famille: Papaveraceae

Genre : *Papaver*

Espèce : *Papaver somniferum* L.

Nom commun français : Pavot à opium (Labanca et al., 2018).

1.2. Description botanique

Le coquelicot est une herbe annuelle de 1.5 mètre de hauteur. Les feuilles sont alternés, oblongues ou ovales, dentées et lobées, rarement striées. Les fleurs sont grandes de couleur blanche ou rouge pourpre. Le fruit est une capsule glabre arrondie à stigmates rayés ou calotte cannelée, rayonnant vert pâle. Les capsules immatures contiennent de grandes quantités de latex. Les graines sont de couleur blanche ou noire selon les variétés (Gaur, 2021).

1.3. Répartition géographique

Papaver somniferum est probablement originaire des régions comprises entre la Méditerranée orientale et l'Asie mineure. Cette espèce est aujourd'hui largement cultivée comme une plante alimentaire, ornementale et médicinale dans de nombreux pays.

La culture de la plante est largement répandue dans les régions tempérées et subtropicales des hémisphères nord et sud, Ainsi, dépassant largement son habitat naturel autour La mer méditerranée, la zone cultivée s'étend jusqu'en Ethiopie, Scandinavie, Thaïlande, Tasmanie et Argentine. Cette vaste distribution est due à la variété génétique du pavot qui aide à survivre sous différentes conditions climatiques. À l'heure actuelle, la culture mondiale du pavot à opium couvre 270 000 à 300 000 hectares. Les cinq plus grands producteurs sont l'Inde, la Birmanie, Afghanistan, Turquie et ex-union soviétique, représentant les deux tiers de tous les champs cultivés . En raison de ses propriétés narcotiques, le pavot est largement produit dans des pays comme Afghanistan, Myanmar, Mexique et la république démocratique populaire

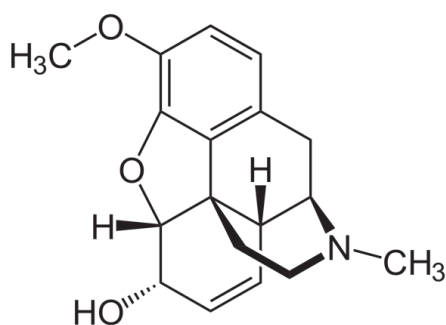
Laos. La Turquie est l'un des principaux fabricants légaux de la plante de pavot, avec la république Tchèque et l'Espagne (White et Raymer, 1985 ; Tetenyi, 1997; Bienek, 2007).

1.4. Habitat naturel

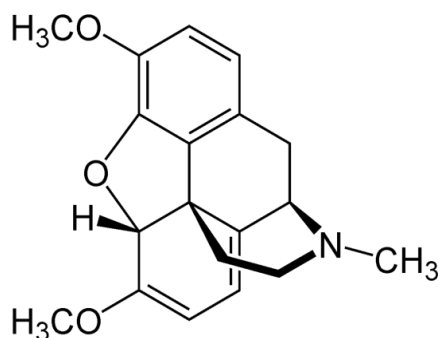
Le pavot somnifère se rencontre dans les montagnes asiatiques et est également assez commun en Europe où il pousse sur des sols calcaires, le pavot est une plante calcicole.

1.5. Composition chimique

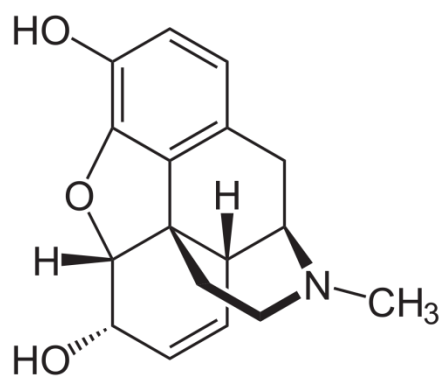
Le pavot somnifère renferme des alcaloïdes : morphine, codéine, papavérine, thébaine. Ses graines contiennent 35 à 55% d'huile, 25 à 35% protéines, et une abondance de vitamines E, F, acide pantothénique, biotine, niacine, thiamine et des éléments minéraux (Ca, K, Mg, Fe). En outre, la composition en triglycérides de l'huile de graines de *Papaver somniferum* a été analysée par absorption laser assistée par matrice/ionisation-temps de vol et piège à ionisation par pulvérisation électrostatique. On a pu identifier les principaux composants du triglycéride, qui consistent en acide linoléique, oléique et palmitique, qui contient environ 70% d'huile. La présence d'une grande quantité d'acides gras insaturés rend l'huile de graines de pavot appropriée pour une application dans les aliments afin de maintenir la santé du cœur et des vaisseaux sanguins (Krist et al., 2005 ; Dilek et al., 2018 ; Butnariu et al., 2022).



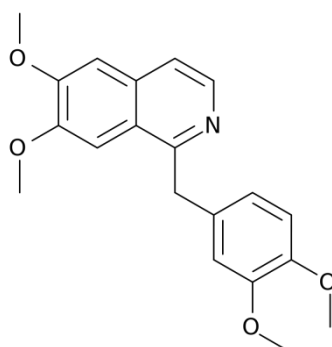
La codéine



La thébaine



La morphine



La papavérine

Figure 2. Les principaux alcaloïdes de *Papaver somniferum*

1.6. Activités biologiques

Duke (1973) a donné un aperçu détaillé de l'utilisation du pavot à l'échelle mondiale. Les feuilles ont été frottées sur le corps comme antalgique (Inde), et la décoction de la tige a été utilisée pour les maux d'estomac et diarrhée (Okinawa, Japon). L'opium a eu de nombreuses utilisations traditionnelles, il est fumé ou mangé pour le paludisme, appliqué en externe contre les maux de tête (Asie du Sud-est) et utilisé dans des formulations comme analgésiques, coagulants, et hypnotiques, et pour la constipation (Inde, Pakistan).

- Plusieurs études ont montré que le genre *Papaver*, dont *Papaver somniferum*, pouvait fournir des composés anticancéreux. Parmi les composés étudiés : des alcaloïdes ont montré des propriétés anticancéreuses.
- L'activité antimicrobienne des graines de *Papaver somniferum* a été également montrée par plusieurs études.
- L'activité antioxydante *in vitro* de *Papaver somniferum* a été rapportée à l'aide de diverses méthodes. La morphine et la codéine figurent parmi les composants qui exercent un effet antioxydant.

- Les composés chimiques du pavot présentent une activité anti-inflammatoire et protègent le corps du diabète (Butnariu et al., 2022).

1.7. Importance économique

En Europe, les graines de *Papaver somniferum* ont des usages culinaires, en confiserie et boulangerie et sont largement utilisées dans les industries de la parfumerie, la cosmétique et la médecine (Mahdavi, Damghani, 2010). Le pavot à opium est actuellement une denrée agricole importante, dont le produit est utilisé dans l'industrie alimentaire ainsi que dans l'industrie pharmaceutique. La production intensive de *Papaver somniferum* conduit à une orientation spécifique de sélection dans le but d'obtenir des variétés à haut rendement et à importance agro-alimentaire ou industrielle (Matyášová et al., 2011). Les huiles de *Papaver somniferum* sont utilisées en grande quantité dans des industries telles que la fabrication de savons, de détergents, de peintures et de vernis à ongles (Khan et al., 2012).

Chapitre3

Les études

biotechnologiques de

C. roseus* et *P.

somniferum

Chapitre3

Les études

biotechnologiques de

C. roseus* et *P.

somniferum

1. Méthodes biotechnologiques de régénération de *Catharanthus roseus*

1.1. Germination *in vitro* des graines

Les graines de *Catharanthus roseus* sont utilisées dans les expérimentations de germination *in vitro* afin de préserver des traits génétiques similaires à la plante mère et de produire des quantités importantes de biomasse de laquelle on fait l'extraction de certains composés alcaloïdiques à propriétés pharmacologiques (Samar et al., 2009). L'utilisation de la mélatonine et le nitroprussiate de sodium semble améliorer la germination des graines de *Catharanthus roseus* et augmenter le taux de germination et la longueur des semis (Nabaei et Amooaghaie, 2019).

1.2. Culture de tissus

Catharanthus roseus produit plusieurs alcaloïdes anticancéreux tels que la vinblastine et la vincristine, et les efforts de bio-ingénierie visent la synthèse de ces alcaloïdes par le biais de cultures de tissus végétaux chez cette plante (Moreno et al., 1995 ; Stern, 2000 ; Gragg et Newman, 2005). La production de vinblastine, un agent anticancéreux, a été augmentée par la culture tissulaire chez *Catharanthus roseus*. Le taux élevé de différenciation et de maturation dans les tissus de *C. roseus* était associé à une production accrue de vinblastine (Datta et Srivastava, 1997). La concentration de la vinblastine et la vincristine peuvent être également augmentée dans de nouvelles racines régénérées à partir de la culture de tissus de *Catharanthus roseus* (Ataei, Azimi et al., 2008).

1.3. Culture cellulaire

Pour la production d'alcaloïdes par des cultures cellulaires chez *Catharanthus roseus*, l'importance de différentes hormones végétales en relation avec la productivité des alcaloïdes et leur taux d'accumulation est actuellement connue. L'application de l'acide naphthalinoxytique et de la kinétine dans les cultures cellulaires productrices permet l'obtention des taux élevés d'alcaloïdes (Morris, 1986). L'ajmalicine, la serpentine, la catharanthine et la vindoline sont des alcaloïdes indoles mononucléaires, d'intérêt commercial et médicamenteux, produits par *Catharanthus roseus* dans des cultures de cellules végétales. Ces composés ont une grande importance pharmacologique et ils doivent être produits et accumulés à partir de cultures de cellules végétales (Parsons, 2007).

1.4. Culture de méristème

Les types de méristèmes de *Catharanthus roseus* cultivés ont montré des rendements élevés de vindoline, de catharanthine et d'ajmalicine. Les méristèmes de *Catharanthus roseus* ont un grand potentiel pour former une plate-forme synthétique pour la production d'alcaloïdes biologiquement actifs (Zhou et al., 2015).

2. Méthodes biotechnologiques de régénération de *Papaver somniferum*

2.1. Germination *in vitro* des graines

Les graines de *Papaver somniferum* sont cultivées pour objectif de production d'acides gras tels que l'acide linoléique, l'acide oléique et l'acide palmitique. Les huiles de graines de tous les cultivars de pavot sont également riches en acides gras insaturés. Ces substances de graines constituent une source d'huiles végétales pour l'industrie alimentaire (Rahimi et al., 2011). Les graines de pavot, contenant 2.5% de morphine, sont également cultivées pour produire et augmenter la teneur de ce principe actif qui est destiné à l'industrie pharmaceutique et alimentaire (Matyášová et al., 2011).

2.2. Culture de tissus

La culture de tissus de *Papaver somniferum* est appliquée pour augmenter l'accumulation et la production de six alcaloïdes opiacés : morphine, codéine, thébaïne, narceine, narcotine et papavérine. Les tissus transplantés produisent un pourcentage maximum d'alcaloïdes (Sarine, 1996). La culture *in vitro* de tissus permet l'obtention d'une teneur élevée en thébaïne et une teneur aussi élevée en matière végétale utilisée pour l'extraction de cette molécule pour des raisons commerciales (Chatterjee et al., 2010).

2.3. Culture cellulaire

Les cultures de cellules végétales représentent une source pour la synthèse de molécules bioactives végétales, contrairement à la plante entière, les cultures de cellules végétales représentent une stratégie efficace pour créer des lignées cellulaires à haut rendement et à croissance rapide, pour lesquelles la plante d'origine doit être bien sélectionnée (Smetanska, 2008). Les cellules de *Papaver somniferum* possèdent un potentiel de biosynthèse des alcaloïdes : morphine et en particulier de la codéine en tant qu'alcaloïde majeur (Yoshikawa et Furuya, 1985).

2.4. Culture de méristème

Les méristèmes de *Papaver somniferum* sont cultivés afin d'augmenter le nombre de flavonols qui aident à réguler la formation des fleurs dans les étapes de différenciation et de fonctionnement des organes floraux, ainsi que l'utilisation de ces composés dans les produits alimentaires (Beliaeva et Evdokimova, 2004).

Conclusion

Conclusion

De nos jours, la demande de plantes médicinales et leurs principes actifs augmente dans le monde entier. *Catharanthus roseus* est une plante importante en raison de ses propriétés thérapeutiques et ses applications dans l'industrie pharmaceutique. Cette espèce est également une plante ornementale populaire dans l'industrie horticole et plante modèle pour le traitement de nombreuses maladies, car elle contient des alcaloïdes responsables de ses activités biologiques importantes. L'utilisation de la plante *Papaver somniferum* est très répandue dans plusieurs cultures et pays dans le monde en raison de ses alcaloïdes à actions pharmacologiques marquées, ses composés phénoliques et huiles essentielles.

Dans ce contexte, ce travail aborde la composition chimique et les principales activités biologiques, la répartition géographique et l'importance économique de *Catharanthus roseus* et *Papaver somniferum* ; deux plantes médicinales cultivées dans la région méditerranéenne. Ce travail porte aussi sur les approches biotechnologiques de production et multiplication en nombre de ces deux espèces végétales.

Actuellement, les chercheurs, dans le domaine de biotechnologie végétale, tentent d'améliorer ces deux espèces pour produire des variétés plus résistantes aux contraintes environnementales et qui satisfont les besoins pharmaceutiques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

(A)

Aruna, K., Shivaramakrishnan, V, M (1992). Anticarcinogenic effects of some Indian plant products. *Journal of science direct* 953-956.

Aruna, M, S., Prabha, M, S., Priya, N, S., Nadendla, R (2015). *Catharanthus Roseus*: ornamental plant is now medicinal boutique. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics* 1-4.

Ataei-Azimi, A., Hashemloian, B, D., Ebrahimzadeh, H., Majd, A (2008). High *in vitro* production of ant-canceric indolenalkaloids from periwinkle (*Catharanthus roseus*) tissue culture . *African Journal of Biotechnolology* 2834-2839.

(B)

Beliaeva, R, G., Evdokimova, L, I (2004). Variability of flavonol contents during floral morphogenesis in *Papaver somniferum* L. *Russian Journal of Developmental Biology* 35(1),16-22.

Bieniek, A (2007). Neolithic plant husbandry in the Kujawy region of central Poland, *in* Colledge ,S and Conolly, J (dir.), *The origins and spread of domestic plants in southwest Asia and Europe*. Left Coast Press, Walnut Creek; UCL Institute of Archaeology publications, London 327-342.

Bergen, V (1996). Revision of *Catharanthus* G. Don Series of Revisions of Apocynaceae XLI. *Journal of Wageningen Agricultural University Papers* 3-96.

Butnariu, M., Quispe, C., Jesús, H, B., Pentea, M., Sarac, I., Aylin Seylam Küşümler, A, S., Özçelik, B., Painuli, S., Semwal, P., Imran, M., Gondal, T, A., Simin, E, Y et al (2022). *Papaver* Plants: Current Insights on Phytochemical and Nutritional Composition Along with Biotechnological Applications .Journal of Hindawi Oxidative Medicine and Cellular Longevity 1-23.

(C)

Parsons, L (2007). Gas composition strategies for the successful scale-up of *Catharanthus roseus* cell cultures for the production of ajmalicine. Journal of biotechnologie 1-3 .

Chatterjee, A., Shukla, S., Mishra, P., Rastogi, A., Singh, S, P (2010). Prospects of in vitro production of thebaine in opium poppy (*Papaver somniferum* L.) Journal of Industrial crops and products 32, 668-670.

(D)

Datta, A., Srivastava, P, S (1997). Variation in vinblastine production by *Catharanthus roseus*, during in vivo and in vitro differentiation . Academia accelerating the world's research 135-137.

Dilek, M., Gültepe, A., Öztaşan, N (2018). Determination of Essential Oil Composition and Investigation of, Antimicrobial Properties of Poppy (*Papaver Somniferum* L.) Flower, AKU. Journal of Science and Engineering (18), 786–795.

Duke, J, A (1973). Utilization of *Papaver*. Econ. Bot. 27, 390-400.

(G)

Gaus, A (2021). *papaver somniferum* opium poppy 1-5.

Gragg, G, M., Newman, D, J (2005). Plants as a source of anti-cancer agents, J. Ethnopharmacol, (1-2), 72-79.

(K)

Kaushik, S., Tomar, R., Gupta, M., Mishra, R (2017). An overview of *Catharanthus roseus* and medicinal properties of their metabolites against important diseases .Amity Institute of Biotechnology, Amity University Madhya Pradesh, Gwalior 1-12.

Khan, M, R., Khawar, Z., Latif, M (2012). Biochemical Investigation of Oil of *Papaver somniferum*, Asian journal of chemistry. Asian Journal of Chemistry 4476-4478.

Krist, S., Stuebiger, G., Unterweger, H., Bandion, F., Buchbauer, G (2005). Analysis of volatile compounds and triglycerides of seed oils extracted from different poppy varieties (*Papaver somniferum* L.). Journal of Agriculture and Food Chemistry 8310–8316.

(L)

Labanca, F., Ovesna, J., Milella, T (2018). *Papaver somniferum* L. taxonomy, uses and new insight in poppy alkaloid pathways. Journal of Springer Science Business Media B.V., part of Springer Nature 1-19.

(M)

Mahdavi-Damghani, A., Kamkar, B., Testi, L., Munoz-Ledesma, F, J., Villalobos, F, J., Al-Ahmadi, M, J (2010). Water stress effects on growth, development and yield of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) Journal of Agricultural Water Management 1582-1590.

Mamedov, N (2012). Medicinal Plants Studies: History, Challenges and Prospective. Medicinal Plant Program, University of Massachusetts, USA. Journal of Medicinal and Aromatic Plants 1-3.

Maqsood, M., Mujib, A., Zahid H., Siddiqui (2012). Synthetic Seed Development and Conversion to Plantlet in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. Journal of biotechnologie 1-5 .

Matyášová, E., Novák, J., Stránská, I., Hejtmánková, A., Skalický, M., Hejtmánková, K., Hejnák, V (2011). Production of morphine and variability of significant characters of *Papaver somniferum* L. Supported by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic 423–428.

Mishra, J, N., Verma, N, K (2017). A brief study on *Catharanthus Roseus*: A review. International Journal of Research in Pharmacy and Pharmaceutical Sciences 20-23.

Morris, P (1986). Regulation of Product Synthesis in Cell Cultures of *Catharanthus roseus*. II. Comparison of Production Media .Wolfson Institute of Biotechnology, The University, Sheffield 52(2),121-126.

Moreno, P., Heijden, R., Verpoorte, R (1995). Cell and tissue cultures of *Catharanthus roseus*: A literature survey. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 42, 1–25.

(N)

Nabaei, M., Amooaghaie, R (2019). Interactive Effect of Melatonin and Sodium Nitroprusside on Seed Germination and Seedling Growth of *Catharanthus roseus* under Cadmium Stress. *Journal of biotechnologie* 1-7 .

Naghmeh, N., Valdiani, A., Cahill, D., Tan, Y.H., Maziah, M., Abiri, R (2015). Ornamental Exterior versus Therapeutic Interior of Madagascar Periwinkle (*Catharanthus roseus*): The Two Faces of a Versatile Herb. *Sci World .The scientific world Journal* 1-20.

(P)

Philosia, A., Dhivya, R (2017). Phytochemical composition and ovicidal efficacy of *Catharanthus roseus* leaf extract against the mosquito *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5(3), 44-49.

(R)

Rahimi, A., Kıralan, M., Arslan, N., Bayrak, A., Dođramac, S (2011). Variation in fatty acid composition of registered poppy (*Papaver somniferum L.*) seed in turkey . *Academic Food Journal* 9(3) 22-25.

(S)

Salavert, A (2010). Le pavot(*Papaver somniferum*)à la fin du 6 e millénaire av.J.-C.enEurop occidentale *Anthropobotanica, publications scientifiques du Muséum national d’Histoire*

naturelle 1-15.

Samar, F., Mujib, A., Nasim, S, A., Siddiqui, Z, H (2009). Cryopreservation of embryogenic cell suspensions of *Catharanthus roseus* L. (G) Don. Plant cell Tiss. Org. Cult., 98: 1-9.

Sarin, R (1996). Effect of Tyrosine on the Production of Alkaloids in the High-Yielding Cell Lines of *Papaver somniferum* Tissue Culture. Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology .composition of Registered Poppy (*Papaver sumniferum* L.) Seed in Turkey 1-3.

Schijfsma, L., Hoesbergen, M., Nijdam, F, E (1960). A study on the colour of the seed of poppy. Journal of biotechnologie 1-5.

Smetanska, I (2008). Production of Secondary Metabolites Using Plant Cell Cultures Journal of Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology 111, 187–228.

Stern , S (2000). Introductory Plant Biology, 8th ed McGraw-Hill CompaniesInc 238-247.

(T)

Thuy Pham, H, N., Vuong, Q, V., Bowyer, M, C., Scarlett, C, J (2020). Phytochemicals Derived from *Catharanthus roseus* and Their Health Benefits. 8(4), 80.

(V)

Veenman, H., Zonen, B (1981). A Revision of *catharanthus roseus* L apocynaceae Laboratory of Plant Taxonomy and Plant Geography, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands 9-81.

Vipasha, S., Hardeep, K., Tarun , K., Tullika, M (2016). Traditional Indian Herb *Cathranthus roseus* Used as Cancer Treatment: A Review . International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research. 8(12), 1926-1928.

(W)

White, P, T., Raymer, S (1985). The poppy Natl Geograph 143-189.

(Y)

Yoshikawa, T., Furuya, T (1985). Alkaloid Production by Tissues Differentiated from Cultured Cells of *Papaver somniferum*. Journal of planta Medica 51(2),110-113.

(Z)

Zhou, P., Yang, J., Zhu, J., He, S., Zhang, W., Yu, R., Zi, J., Song, L., Huang, X (2015). Effects of β -cyclodextrin and methyl jasmonate on the production of vindoline, catharanthine, and ajmalicine in *Catharanthus roseus* cambial meristematic cell cultures. Journal of Biotechnological products and process engineerin 99,7035–7045.

Référence tirée d'un livre

(C)

Collins, M (1980). Spices of the world In Cookbook McCormick, McGraw-Hill. New York.

(R)

Rajaonarivony, J (2018). Interet de deux alcaloides issus de la Pervenche de Madagascar dans le diabete : vindogentianine et vindoline. Universite de picardie jules verne ufr de pharmacie, Paris.

(T)

Tetenyi, P (1997). Horticulture Reviews edited by Jules purdue university, United States of America.