

R É S U M É

de la thèse de doctorat:

ÉVALUATION ET VALORISATION DE MOLÉCULES BIOACTIVE PROVENANT DE CUCURBITACEAE INDIGÈNES

Doctorant: GALIT Indira

Coordinateur scientifique: Dr. Sc. HDR RADU Nicoleta

MOTS-CLÉS: Cucurbitacées, sous-produits, cosmétique, protection des plantes;

La thèse de doctorat développée couvre 7 chapitres, deux consacrés à l'étude bibliographique et 5 chapitres dédiés à la recherche originale. Le chapitre consacré à l'étude bibliographique a cherché à mettre en évidence de manière originale les données existantes dans la littérature spécialisée pour :

1) les composés bioactifs présents dans les sous-produits issus de la transformation des fruits de *Cucurbita* sp. et d'autres espèces apparentées ainsi que les moyens de les capitaliser ;

2) les composés bioactifs, présents dans les sous-produits issus de la transformation des fruits de *Citrullus* sp., et les méthodes de valorisation.

Le chapitre 1 comprend des informations actualisées relatives à *Cucurbita pepo* var. *decora* (citrouilles décoratives, courges), *Cucurbita maxima* (citrouilles) et plantes apparentées, les méthodes d'extraction de composés bioactifs à partir de sous-produits (écorces) issus de l'exploitation des fruits de *Cucurbita* sp. et les composés phytochimiques respectifs mis en évidence dans différentes variétés de *Cucurbita* sp.

Le chapitre 2 comprend des informations actualisées relatives aux composés bioactifs dans les sous-produits résultant de la transformation des fruits de *Citrullus* sp. et les méthodes de capitalisation. Ici, l'accent a été principalement mis sur :

a) les composés d'intérêt mis en évidence dans les extraits obtenus à partir des sous-produits (écorces) résultant de l'exploitation des fruits de *Citrullus lanatus* ;

b) les méthodes d'obtention de principes bioactifs à partir des sous-produits (écorces) résultant de l'exploitation des fruits de *Citrullus lanatus*;

c) les activités biologiques mises en évidence dans les extraits obtenus à partir de la biomasse (écorces) de *Citrullus lanatus*. Les informations collectées et présentées

à l'origine dans ce chapitre ont étayé les études expérimentales menées dans la deuxième partie de la thèse, consacrée à la recherche originale.

La deuxième partie de la thèse avait trois objectifs principaux, à savoir:

A) évaluation des sous-produits résultant sous forme de biomasse (écorces) de l'exploitation des fruits de trois genres indigènes de *Cucurbitaceae* ;

B) évaluation de l'utilisation potentielle des biomatériaux obtenus à partir des sous-produits résultant sous forme de biomasse de l'exploitation des fruits de *Cucurbita sp.* pour des formulations cosmétiques ;

C) évaluation de l'utilisation potentielle des biomatériaux (extraits) obtenus à partir des sous-produits (écorces) résultant de l'exploitation des fruits de *Citrullus sp.* en agriculture.

Au **chapitre 4**, les recherches menées pour évaluer les sous-produits résultant sous forme de biomasse (écorces) de l'exploitation des fruits de *Cucurbitacées* indigènes visaient à obtenir des biopréparations enrichies en composés bioactifs contenus dans la biomasse (constituée d'écorces) résultant des fruits de trois genres de *Cucurbitacées*: *Cucurbita sp.*, *Cucumis sp.* et *Citrullus sp.* Les biomatériaux ont été obtenus sous forme de :

a1) extraits en solutions alcooliques ;

a2) extraits obtenus dans le propylène glycol ;

a3) extrait brut obtenu par extraction dans le chloroforme, conditionné dans l'huile obtenue à partir des graines de *Citrullus lanatus*.

Pour les extraits de couleur rouge/jaune/orange, obtenus dans les trois milieux (milieu alcoolique; propylène glycol; chloroforme), des recherches ont été menées pour évaluer les caractéristiques d'absorption moléculaire dans la gamme (200-400)nm, et respectivement dans la gamme 400-900nm (déterminations de couleur). La teneur totale en composés polyphénoliques a été évaluée pour tous les extraits obtenus. Dans cette étape, en fonction des caractéristiques d'absorption moléculaire et respectivement de la teneur totale en polyphénols, et des informations obtenues suite à l'étude de documentation, les biomatériaux obtenus ont été divisés en deux groupes :

I) extraits ayant le potentiel d'être utilisés en cosmétique, pour la production de produits de soin de la peau ;

II) extraits ayant un potentiel d'utilisation en agriculture, pour la protection des plantes.

Dans les études expérimentales réalisées au **chapitre 5**, qui visaient à évaluer l'utilisation potentielle des biomatériaux obtenus à partir des sous-produits résultant de l'exploitation des fruits de *Cucurbita sp.* pour des formulations cosmétiques, les résultats préliminaires obtenus grâce à des études *in vitro* ont montré que :

- tous les extraits étudiés ont des propriétés photoprotectrices ;

- les meilleures activités antioxydantes sont obtenues pour l'extrait brut, obtenu à partir de la biomasse (écorces) de *Cucurbita maxima* var. rouge et du chloroforme, conditionné dans l'huile de la graine de *Citrullus lanatus*, suivi de l'extrait

16EtOH, obtenu à partir de la biomasse (écorces) de *Cucurbita maxima* var. rouge et de l'éthanol. Le reste des extraits obtenus et étudiés dans ce cas ont une activité prooxydante à la fin du processus (60 s). Il est important de mentionner que l'extrait brut obtenu à partir des pelers de *Cucurbita maxima* var. rouge dans du chloroforme, conditionné dans de l'huile de *Citrullus lanatus*, possède des activités antioxydantes, supérieures au palmitate de rétinol (50 000 UI) et même aux carotènes commerciaux de qualité cosmétique ;

- des tests de cytotoxicité réalisés *in vitro* sur une lignée cellulaire humaine normale et standardisée, appelée Primary Umbilical Vein Endothelial Cells, Normal, Human (ATCC PCS-100-010), ont démontré que, pour ce type de lignée cellulaire, un seul biomatériau est dépourvu de cytotoxicité: à savoir l'échantillon 19 (extrait brut conditionné dans de l'huile de graines de *C. lanatus*, obtenu par extraction à partir de pelers de *Cucurbita maxima* var., rouge et chloroforme) ;

- les données expérimentales obtenues dans ces études ont indiqué l'échantillon 19 comme un candidat potentiel pour les formulations cosmétiques destinées aux soins de la peau, en raison de la forte activité antioxydante et respectivement en raison de l'absence de cytotoxicité, même si les tests préliminaires réalisés *in vitro* ont indiqué une valeur pour le facteur de photoprotection de 34,74%

Au **chapitre 6**, les tests ont été réalisés pour évaluer l'utilisation potentielle des biomatériaux obtenus à partir des sous-produits résultant de l'exploitation des fruits de *Citrullus sp.* en agriculture. Ici ont été réalisés deux types de tests :

- c1) des tests réalisés *in vitro*, qui ont évalué l'effet antifongique des extraits obtenus à partir de trois variétés de *Citrullus lanatus*, et de souches de micro-organismes phytopathogènes.

- c2) des tests préliminaires réalisés sur les parcelles expérimentales.

Dans les tests *in vitro*, dans la première étape, des extraits simples, enrichis en composés polyphénoliques, initialement contenus dans les écorces de *C. lanatus*, ont été testés. Les microorganismes utilisés dans ces études étaient les suivants : *Penicillium expansum* DSM 62841, *Penicillium digitatum* DSM 2731, *Fusarium verticillioides* DSM 62264, *Fusarium culmorum* 46, *Fusarium graminearum* 96, *Fusarium culmorum* 1056 et *Fusarium culmorum* 1471. Les résultats obtenus dans cette phase ont indiqué des effets locaux/ou modérés pour les espèces de microorganismes étudiées. Dans la deuxième étape, les tests ont été réalisés *in vitro* avec des extraits (biomatériaux) enrichis en ions Cu^{2+} ou en ions Zn^{2+} , (biomatériaux liquides clairs, enrichis en ions Cu^{2+} ou en ions Zn^{2+}) dont la concentration ne dépassait pas 1%. Des biomatériaux obtenus à partir de la biomasse de *C. lanatus* et enrichis en ions cuivre ou zinc ont été testés sur les mêmes types de microorganismes. L'analyse des résultats obtenus a mis en évidence un effet antifongique local/modéré pour toutes les espèces de *Fusarium* étudiées. Un fait intéressant observé ici est que l'effet modéré mis en évidence pour les biopréparations contenant du cuivre (en particulier) ou du zinc, était comparable à l'effet antifongique

obtenu *in vitro* avec un agent antifongique établi, appelé Falcon Pro, habituellement utilisé dans les traitements de pré-levée du blé ou de l'orge.

Ce fait nous a déterminé à effectuer des tests préliminaires sur le terrain (sur des parcelles de sol expérimentales) pour nous aider à mieux détecter l'activité des biomatériaux développés.

Dans ce but, une culture de *Triticum aestivum* sensible à *Fusarium sp.*, a été choisie (variété de blé Miranda) qui a été traitée pré-émergent avec les biomatériaux obtenus par extraction de la biomasse (pelures) de *C. lanatus*, enrichis en ions cuivre ou zinc.

Les tests préliminaires réalisés sur le terrain avec les biomatériaux sélectionnés visaient à évaluer l'influence des traitements effectués sur :

1) l'indice de végétation normalisé (NDVI) à quatre stades de végétation de la culture de blé (BBCH1, BBCH 69, BBCH 75, et au moment de la récolte) ;

2) le degré d'infection (gravité de l'attaque),

3) le mass moyen des grains de blé dans l'épi

4) la teneur en cuivre et en zinc de la farine complète obtenue en broyant les grains de blé issus des épis récoltés. Les résultats obtenus à partir des tests mentionnés précédemment ont indiqué que le biomatériau 5EtOH-Cu était le plus adapté aux applications phytosanitaires.

Les qualités qui recommandent le biomatériau 5EtOH-Cu comme candidat potentiel pour l'obtention de biopréparations destinées à la protection des plantes sont basées sur les résultats préliminaires obtenus suite aux tests préliminaires réalisés sur le terrain, en 2023. Suite à ces tests, il a été constaté que :

- les valeurs de l'indice de végétation normalisé déterminé pour la culture de *Triticum aestivum* à quatre phases de végétation, sont supérieures à celles de la variante témoin infectée non traitée ;

- le degré d'infection des épis de blé est au maximum de 3 % ;

- par rapport à la variante témoin infectée et non traitée, dans laquelle une valeur moyenne de 1,28 g grains/épi est obtenue, pour le biomatériau 5EtOH-Cu une valeur de 1,55 g grains/épi est obtenue ;

- l'analyse de la farine complète résultant du broyage des grains de blé obtenus après la récolte a démontré que dans le cas du traitement avec la variante 5EtOH-Cu, la concentration relative de zinc et de cuivre dans la farine complète est inférieure aux valeurs obtenues dans le cas de la variante considérée comme normale (la variante de culture témoin, non infectée, non traitée).

Les résultats obtenus à partir des études menées dans le cadre de la thèse de doctorat ont été partiellement publiés, et la plupart des résultats seront publiés ultérieurement. Actuellement, le doctorant a réussi à publier 4 articles de sa thèse, dans des revues indexées BDI ou WOS, comme suit :

2 articles publiés par le doctorant en tant que premier auteur dans Scientific Bulletin Series F, Biotechnology, revue indexée BDI (CABI);

1 article publié par le doctorant en tant que premier auteur dans Scientific Papers. Series A. Agronomy, revue indexée WOS;

1 article publié, en tant que premier auteur, dans Scientific papers. Series B Horticulture, en 2024, revue indexée WOS.