

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE
ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Sciences alimentaires.

Spécialité/Option : Qualité des produits et sécurité alimentaire.

Thème

**Evaluation de l'activité antioxydante, antifongique et
antibactérienne de l'huile de graines de tomates**

Présenté Par :

Mr. MIHOUB Abdelmonaim

Soutenu devant le jury composé de :

Président :	MOKHTARI. H	MCB	Université 08 Mai 1945 Guelma
Encadrant :	SOUIKI.L	Pr.	Université 08 Mai 1945 Guelma
Examineur :	OUMEDDOUR.K	MCA	Université 08 Mai 1945 Guelma

Juillet 2021

Dédicaces

A mes très chers parents

Et à tous mes amis.

Remerciements

Je remercie d'abord le président de jury et les membres de jury.

*Mes plus vifs remerciements vont à mon encadreur Pr.**SOUIKI Lynda** (professeur de l'université de 08 mai 1945 de Guelma) pour tous ce qu'elle a pu m'apporter pour la réalisation de ce travail.*

Mes remerciements s'adressent à :

*monsieur pr.**SOUMATI boudjemaa** (professeur de l'université de **BADJI MOKHTAR –Annaba-**)*

*monsieur **GATTAL Elhachemi** (dr.Université 08 mai 1945 de Guelma).*

*Je remercie infiniment le dr.**BRAIK Asma** (professeur de l'université de 08 mai 1945 de Guelma).*

*Sans oublier l'administration et l'équipe de laboratoire de conserverie **ZIMBA** pour leur sincère collaboration scientifique.*

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 1

Partie I : Bibliographique

I. Généralités

1.	La situation économique de la filière de tomates industrielle.....	2
1.1	Production mondiale.....	2
1.2	Production en Algérie.....	3
1.3	Consommation de la tomate.....	3
1.4	Echanges internationaux.....	3
1.5	La tomate dans l'alimentation.....	3
2.	Produits à base de tomate.....	3
3.	Technologie de transformation de la tomate.....	4
3.1	La conserverie.....	4
3.2	Technologie de la fabrication de concentré de tomates.....	4
3.2.1	Réception et lavage.....	4
3.2.2	Triage.....	5
3.2.3	Le broyage.....	5
3.2.4	Le préchauffage.....	5
3.2.5	Le raffinage.....	5
3.2.6	La concentration.....	5
3.2.7	La pasteurisation.....	6
3.2.8	Le remplissage, sertissage et refroidissement.....	6
4.	Les déchets de conserverie de tomates et leurs compositions biochimiques.....	6
4.1	Les pulpes des tomates.....	6
4.2	Les pelures.....	7
4.3	Les graines de tomate.....	7
5.	Utilisation des déchets de conserverie tomates.....	8
5.1	Alimentation du bétail.....	8

5.2	Alimentation humaine	8
5.3	Traitement de la diarrhée	8
6.	Valorisation des déchets de tomates	9
6.1	Définitions	9
6.2	Les constituants récupérés par la valorisation des sous-produits de l'industrie de tomate	9
6.2.1	Le lycopène	9
6.2.2	Les fibres de tomates.....	10
6.2.3	L'huile de graines de tomates	10
6.2.3.1	Méthodes d'extraction.....	11
a.	Extraction par solvants	11
b.	Extraction par Fluides supercritiques (SFE) - Extraction par CO2 supercritique (SC-CO2).....	11
c.	Extraction par pression (pressage mécanique)	11
6.2.3.2	Caractérisation de l'huile de graines de tomates	12
6.2.3.3	Richesse en phyto-stérois	13
6.2.3.4	Profil en acides gras	13
6.2.3.5	Usage de l'huile de graines de tomate.....	14
a.	En industrie cosmétique et pharmaceutique	15
b.	En production des biocarburants	15
c.	En agroalimentaire	15
Partie II: Expérimentale		
II. Matériel et méthodes		
1.	Matériel biologique	16
2.	Méthodes d'analyses	16
2.1	Récupération et triage des graines de tomates.....	16
2.2	Extraction de l'huile de graines de tomates	16
2.3	Détermination du rendement de l'extraction	16
3.	Recherche des activités biologiques	17
3.1	Recherche de l'activité antifongique	17
3.1.1.	Le choix du milieu de culture.....	17
3.1.2.	Mode opératoire	17
3.2.	Recherche de l'activité antibactérienne	17
3.2.1.	Choix du milieu de culture.....	18

3.2.3. Mode opératoire	18
3.3. Recherche de l'activité antioxydante.....	19
3.3.1. Le test DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl).....	19
3.3.2. Préparation de la solution éthylique du DPPH.....	19
3.3.3. Préparation des dilutions en différentes concentrations de HGT.....	19
3.3.4. Mode opératoire :.....	19
3.3.5. La lecture des résultats	20
3.3.6. Expression des résultats	20
III. Résultats et discussion	
1. Le rendement de l'extraction	21
2. Evaluation de l'activité antibactérienne et antifongique de HGT	22
2.1. L'activité antibactérienne de l'HGT	22
2.2. L'activité antifongique de l'HGT	22
2.3. Evaluation de l'activité antioxydante de HGT	23
2.3.1. Les résultats du test du DPPH.....	23
2.3.2. La détermination de l'index I_{c50}	24
IV. Conclusion	26
Référence bibliographique	
Annexes	

Liste des figures

Figure 1 : coupe transversale (a) longitudinale (b) de la tomate (Bouzaata C., 2016).....	7
Figure 2 : la structure moléculaire de lycopène (Bouzaata C., 2016).	10
Figure 3 : Préparation du DPPH et les concentrations de l'HGT testées.....	20
Figure 4 : Histogramme de l'extraction de l'HGT par le n-hexane et l'éther de pétrole.	21
Figure 5 : Résultats d'incubation des souches bactérienne.	22
Figure 6 : Résultats d'incubation des souches fongiques.	23
Figure 7 : Histogramme des pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'HGT.	24
Figure 8 : courbe des pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'HGT.	24

Liste des tableaux

Tableau 1: Rendement pour quelques pays (tonnes/hectare) (Amel B. et Slimane B., 2013)..	2
Tableau 2 : présente La composition biochimique de graines de tomates (AbdelHmaid, 1982 ;Canteralli et <i>al.</i> ,1993 ;Amalou et <i>al.</i> ,2013).....	8
Tableau 3: Présentation comparative des caractéristiques physicochimiques classique de l'huile de graines de tomates: (Evangelos et al., 1998) ;(Lois et al.,2004) ; (Ayhan.2009) ; (Amalou et al.,2013).	12
Tableau 4 : la composition de l'huile de graines de tomates en stérols (Bouzaata C., 2016). 13	
Tableau 5 : Présentation comparative du profil en acides gras de l'huile de graines de tomates.(Evangelos et al.,1998 ;E. Lois et <i>al.</i> ,2005 ;Ayhan ,2009 ; Boukhalfa, 2010 ; Amalou et <i>al.</i> ,2013).....	14
Tableau 6 : Nomnclature des souches fongiques.	17
Tableau 7 : Nomnclature des souches bactériennes.	18
Tableau 8 : Préparation des différentes concentrations de l'HGT.....	19
Tableau 9: Rendement de l'extraction de l'HGT.....	21
Tableau 10 : Résultats d'absorbances et l'inhibition du DPPH.	23

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

DPPH° : 2,2-Diphényl-1-picrylHydrazyl.

HGT : Huile de graines de tomates.

MG : Matière grasse.

PH : Potentiel d'hydrogène.

Introduction

Introduction

La tomate est parmi les cultures les plus répandues dans le monde et particulièrement la méditerranée, en Algérie la tomate destinée à la transformation est l'ordre de 1.094.270 de tonnes.

La transformation de la tomate est susceptible de générer des quantités très importantes des résidus peuvent atteindre d'environ 30% de volume de tomates traitées. Ces résidus sont souvent l'origine des problèmes d'ordre environnemental et écologique.

Aujourd'hui, avec le progrès des bioprocédés la valorisation des résidus organiques est devenue une pratique très importante et très recherchée pour produire des bioproduits de valeur ajoutée pouvant améliorer la rentabilité économique des conserveries et pour protéger l'environnement.

Dans le cadre de la valorisation des déchets organiques et l'exploitation économique des sous-produits de conserverie des tomates en Algérie et pour la réalisation de notre projet de fin d'études nous avons choisis la conserverie ZIMBA comme lieu de stage pour faire notre recherche.

Ce document résume une série d'expérimentations permettant d'évaluer le rendement de l'huile de graines de tomates extractible par deux solvants à partir des graines de tomates, ainsi que l'évaluation des activités biologiques de HGT.

La méthodologie suivie pour la réalisation de ce travail :

Une première partie de ce manuscrit est consacrée aux aperçus théoriques sur les déchets de conserverie de tomates et les voies de sa valorisation, nous avons décrit l'huile de graines de tomate comme une pratique de valorisation, sa caractérisation et les méthodes d'extraction de ce dernier et son usage dans différents secteurs.

Dans la deuxième partie, matériel et méthodes employées à l'égard des investigations seront décrits comme suit :

- Récupération et triage des graines de tomates.
- Extraction de l'huile de graines de tomates.
- Evaluation des activités biologiques (l'activité antioxydante, antifongique et antibactérienne) de l'huile de graines de tomates.
- Dans la troisième partie, les résultats de notre travail et leurs interprétations.

Partie I :
Bibliographique

Généralités

I. Généralités

1. La situation économique de la filière de tomates industrielle

1.1 Production mondiale

Selon les statistiques de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture après la pomme de terre, la tomate est le légume le plus consommé dans le monde, la production de tomate en 2007 s'élevait à 126,2 million de tonnes pour une surface de 4.63millions d'hectares donc un rendement de 27,3 tonnes à l'hectare. (FAO-STAT, 2009). La production mondiale a augmenté de 35% au cours des dix dernières années et se répartit comme suit : l'Asie 45%, l'Europe 22%, l'Afrique 12%, l'Amérique du Nord 11%, l'Amérique du Sud et Centrale 8%. Cependant, La Méditerranée couvre 31% de la production mondiale de tomates en 2005, soit un volume global de 40 millions de tonnes environ.

La tomate est cultivée dans de nombreux pays du monde et sous divers climats, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. C'est par le volume de production, le premier légume au plan mondial, devant la pastèque et le chou, mais derrière la pomme de terre et la patate douce, ces deux dernières étant toutefois plutôt considérées comme des féculents.

La production de tomates connaît deux grandes filières : la tomate pour la consommation en frais (tomate de marché) d'une part et la tomate destinée à la transformation et la conserve (tomate d'industrie) d'autre part. Cette dernière représente environ la moitié de la production dans l'Union européenne, 80 % aux États-Unis (moyenne 1980-1987) et environ 15 % en Chine (2008). Par ailleurs, La Chine est de loin le premier producteur mondial avec un peu plus du quart du total (33,6 millions de tonnes), production destinée essentiellement (environ 85 %) au marché intérieur pour la consommation en frais.

La Chine est suivie par 5 pays produisant plus de 5 millions de tonnes : les États-Unis, la Turquie, l'Inde, l'Égypte, l'Italie et l'Iran. (Amel b. et Slimane D., 2013).

Le tableau 1 présente le rendement de la production de tomate de quelques pays du monde :

Tableau 1: Rendement pour quelques pays (tonnes/hectare) (Amel B. et Slimane B., 2013).

Pays	USA	Grèce	Chine	Espagne	Italie	Turquie	Algérie
Rendement	84	54	66	62	54	48	31

1.2 Production en Algérie

Pourtant en 1971 d'un niveau très bas (environ 33 milliers de tonnes) par rapport à celui qu'elle atteindra trois décennies plus tard (environ 380 milliers de tonnes en 2009), la production de tomates industrielles a connu un taux de croissance annuel moyen de 7% durant la période 1971-2009. Les tomates d'industrie sont principalement cultivées au Nord-Est du pays : les wilayas d'El Tarf, Annaba, Guelma, Skikda représentent à elles seules 90% de la superficie totale consacrée à cette culture en Algérie (MADR ,2010).

1.3 Consommation de la tomate

La consommation de la tomate s'élevait en 2003 à 102 ,2 millions de tonnes dans le monde selon les statistiques de la FAO.

1.4 Echanges internationaux

Les exportations des tomates fraîches est plus de 6 millions de tonnes, cette quantité exportée exprime 4,8% de la production mondiale de l'année (FAO ,2006).

1.5 La tomate dans l'alimentation

La consommation des fruits de la tomate contribue à un régime sain et équilibré. Les fruits sont riches en minéraux, en vitamines, en acides aminés essentiels, en sucres ainsi qu'en fibres alimentaires. La tomate contient les vitamines du groupe B et C, du fer et du phosphore. Les tomates se consomment fraîches en salade ou cuites dans des sauces, des soupes ou des plats de viande ou de poisson. Il est possible de les transformer en purée, en jus et en ketchup. Les fruits séchés et les fruits mis en conserve sont des produits transformés qui ont également une importance économique (Shankara N.et al., 2005).

2. Produits à base de tomate

La tomate est utilisée dans l'industrie alimentaire pour la préparation de plusieurs produits à base de tomates tels que :

- a) La pulpe de tomate : il s'agit de tomates écrasées avant ou après élimination des peaux et des graines.
- b) Le jus de tomates : c'est le jus provenant des tomates entières écrasées dans lesquelles la peau et les graines ont été éliminées et qui a été soumis à une fine désagrégation et qui est donné à la consommation sans dilution ou concentration.
- c) Le sérum de tomate : c'est le jus de tomate qui a été filtré ou centrifugé pour éliminer complètement les particules solides en suspension.

- d) Les pâtes de tomates : c'est le produit résultant de la concentration de la pulpe de tomates après l'élimination des peaux et les graines, et contenant 24% ou plus de substances solubles totales. Les pâtes de tomates sont commercialisées dans des petits emballages et vendues comme condiments et peuvent aussi être décrites comme purée de tomates.
- e) La purée de tomates: c'est le terme appliqué aux pâtes de tomates de faible concentration comprises entre 8 et 24% de substances solides solubles. Aux états unis, la purée de tomates peut aussi être appelée « pulpe de tomate ou concentré de jus de tomates ».
- f) Le sirop de tomates: il correspond au sérum de tomate qui a été concentré.
- g) Les sauces de tomates :
- Le ketchup: il est présenté comme une sauce à partir de purée de tomate à laquelle on ajoute le vinaigre, le sucre, le sel, l'oignon, ail, et le poivre.
 - La sauce chili: la préparation de cette sauce est identique au ketchup, sauf que les tomates sont utilisées entières et pelées.

3. Technologie de transformation de la tomate

3.1 La conserverie

Souvent, la transformation est effectuée en tant que méthode de conservation pour les tomates de table fraîches. La transformation peut être effectuée pour autoconsommation sur l'exploitation tout comme pour des fins de commercialisation. La transformation permet un régime plus varié et la disponibilité du produit hors saison pour le ménage agricole (Shanika N. et *al.*, 2005).

En 2003, la tomate est la principale culture industrielle en Algérie, elle occupe environ 25.000 Ha. Elle connaît actuellement un renforcement de sa culture en raison du niveau important de la consommation nationale de conserves de tomate (Rachedi, 2004).

3.2 Technologie de la fabrication de concentré de tomates

3.2.1 Réception et lavage

A la réception, les tomates sont soumises à un contrôle par le laboratoire, seul les produits conformes aux normes en vigueur sont acceptés. Les tomates acceptées sont déchargées et lavées avec de l'eau à haut débit afin d'enlever les restes de terre, boue et petites feuilles donc éliminer toutes les souillures qui peuvent être à l'origine d'une éventuelle contamination. Les tomates sont transvasées de bassin en bassin dans un flot d'eau courante qui débarrasse des dernières impuretés.

3.2.2 Triage

Après lavage, les tomates sont acheminées vers la chaîne de triage ou elles sont rincées au moyen des douches d'eau et triés manuellement par des ouvriers qui enlèvent les tomates détériorées ainsi que feuilles ou autres impuretés résiduelles.

3.2.3 Le broyage

Les tomates triées passent dans un broyeur entre 2 rouleaux à une température de l'ordre de 70°C pour l'obtention d'un mélange de jus, pépins et épiderme du fruit (le liquide des loges). Par la suite ce mélange passe à travers une passoire d'un tamis rotatif qui fait la séparation du jus. Il sépare le liquide des parties solides de la tomate. Les tomates débarrassées de leurs peaux et de leurs graines sont alors envoyées au broyeur qui assure le concassage.

3.2.4 Le préchauffage

➤ Il a pour rôle de cuire la pulpe afin de faciliter la séparation de la peau et de maîtriser les propriétés physico-chimiques du jus. Selon l'usage final du produit à fabriquer, deux modes de préchauffage sont pratiqués :

Cold break qui consiste à un broyage à température ambiante suivi d'un préchauffage à 60°C.

➤ Hot break dont le principe consiste à porter les tomates immédiatement après leur broyage à la température de 90 à 95°C pendant un temps très court (15s).

3.2.5 Le raffinage

Permet l'obtention du jus de tomate après élimination de la peau et des graines.

Le raffinage se déroule dans une raffineuse constituée d'une série de tamis dont le diamètre des perforations est différent. Par ailleurs, on obtient à la fin de cette opération des résidus qui seront valorisés, les graines seront utilisées soit comme semences, soit pour l'extraction d'huile.

3.2.6 La concentration

Le jus passe dans un évaporateur pour l'extraction d'eau, cette opération permet de prolonger la durée de conservation de la tomate en éliminant la quantité d'eau active à l'origine du volume et des coûts de stockage.

Le jus de tomate raffiné est concentré par évaporation sous vide partiel dans des évaporateurs à multiples effets, à l'avantage de prévenir le brunissement et d'améliorer le transfert de chaleur. Par ailleurs, d'autres procédés tel que l'osmose inverse et la cryodessiccation sont utilisés dans la production des concentrés de tomates.

3.2.7 La pasteurisation

Un traitement thermique de quelques secondes à une température supérieure à 85°C qui assure la stabilité du concentré de tomate par, ce traitement permet de prévenir l'altération par les lactobacilles. La pâte de tomate est ensuite aspirée de l'évaporateur vers la remplisseuse, qui est constituée d'un tank de réception de la pâte de tomate, d'un échangeur de chaleur tubulaire de pasteurisation et d'un tube de circulation.

3.2.8 Le remplissage, sertissage et refroidissement

Les boîtes en fer blanc pré-stérilisées avec de la vapeur sont prêtes pour être remplir par la pâte pasteurisée qui est automatiquement versée chaude dedans. Les boîtes sont immédiatement sorties puis retournées et laissées ainsi pendant 3 minutes pour stériliser le couvercle et rapidement être refroidies afin d'éviter la détérioration de la flaveur et de la couleur à la suite de la rétention de la chaleur.

Parmi les techniques utilisées lors du refroidissement, on peut soit pratiquer un refroidissement par l'air des boîtes empilées et rangées de façon à permettre une bonne circulation de l'air, soit pratiquer le refroidissement avec de l'eau chlorée par aspersion ou par immersion.

4. Les déchets de conserverie de tomates et leurs compositions biochimiques

La transformation commerciale de la tomate et ses produits dérivées produit une grande quantité de déchets en provenance de canaux d'eau, du lavage, du triage sur table, du palpeur-raffineur et du nettoyage du matériel (Sogi D. et *al.*, 2003).

Les déchets de tomates représentent, environ 10-30% du poids des fruits fraîches, ils se composent de 33% de graines, 27% de peaux et 40% de pulpe en plus de tomates vertes non transformées, parfois mélangés à des feuilles (King et Zeidler, 2004).

Le taux de matière sèche (MS) varie en fonction d'un éventuel séchage appliqué aux déchets de la tomate avant leur utilisation. Les déchets de tomates sont utilisés à l'état frais, ce taux varie alors de 21,91 à 32,69%. L'eau représente ainsi 3/4 du poids total du coproduits fraîches entières (Cotte, 2000).

4.1 Les pulpes des tomates

Ce résidu est peu répandu et reste disponible pendant la période estivale (d'aout à octobre). Les analyses des composés pariétaux montrent une forte teneur en cellulose brute et en lignine de 24.65% de MS, par rapport à celle de la pectine 5% (Cotte, 2000).

4.2 Les pelures

Concernant les tomates récoltées généralement à un stade de maturité assez avancé, les peaux constituent la part la plus importante des sous-produits livrés par les conserveries, elle présente des particularités structurales et biochimiques qui peuvent influencer sa valeur alimentaire (Bouzaata C., 2016).

La peau de tomate est constituée d'un hypoderme, d'un épiderme, et d'une cuticule. Les peaux sont donc essentiellement constituées de cellules à parois lignifiées (15 à 35% de lignine). Elles sont recouvertes d'une cuticule constituée de produit d'excrétions lipidiques désignées globalement sous le terme de cires ou de cutine (Cotte, 2000).

4.3 Les graines de tomate

Elles constituent une excellente source de substances riche en nutriments. Comme caroténoïdes, sucres, fibres et protéines, avec une composition en acides aminés proche de celle des graines de soja ou de tournesol. Les graines de tomate sont assez riches en huile soit 18 à 27 % de leur poids total (Bouzaata C., 2016).

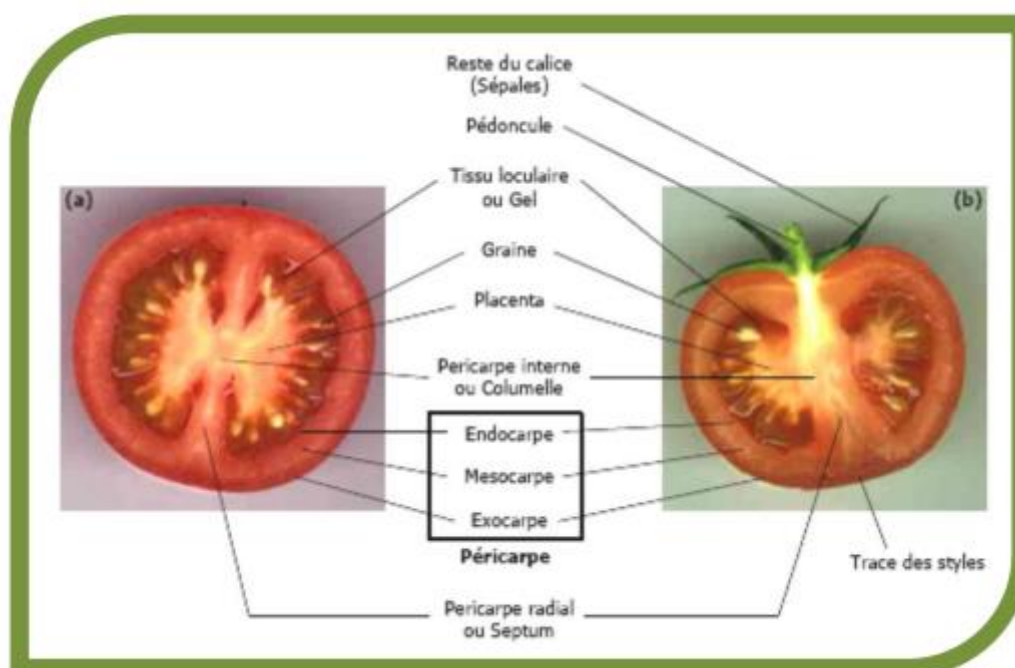


Figure 1 : coupe transversale (a) longitudinale (b) de fruit de tomate (Bouzaata C., 2016).

La composition biochimique des graines de tomate est caractérisée par un taux de matières sèches de 93%, favorable à l'extraction directe de l'huile sans recours à un séchage préalable des graines de tomates (Amalou, 2013).

Tableau 2 : présente La composition biochimique de graines de tomates (AbdelHmaid, 1982 ;Canteralli et *al.*,1993 ;Amalou et *al.*,2013).

Constituants%	Abdel-Hamid, 1982	Cantarelli et <i>al.</i> , 1993	Amalou et <i>al.</i> , 2013
Eau	--	--	6,97
Mastère sèche	--	--	93,03
Cendre	5,5	2,0 à 9,6	4,16
Fibres bruts	20,1	14,8 à 41,8	24,24
Sucres totaux	3,1	2,9 à 5,4	4,25
Protéines(Nx6.25)	26,2	22,9 à 6,8	24,72
MG	30,4	14,6 à 29,6	26,2

5. Utilisation des déchets de conserverie tomates

Les déchets de l'industrie de la tomate sont peu ou pas utilisés (utilisation directe). Ils sont soit détruits, soit revendus pour l'alimentation animale. Pour maximiser ses profits, les déchets de tomates peuvent servir à de nombreuses utilisations (Boukhalfa, 2010).

5.1 Alimentation du bétail

Les déchets de tomates sont principalement utilisés pour nourrir le bétail, en particulier les ovins et les bovins grâce à sa teneur élevée en fibres et grâce à la capacité des animaux à digérer ces fibres (Celma A. et *al.* 2009).

5.2 Alimentation humaine

Les déchets de tomates peuvent représenter une source intéressante de fibres alimentaire pour la consommation humaine), les graines de tomates sont recommandées comme source de protéines dans les applications alimentaires pour l'homme (Sogi et *al.*, 2005) car il contiennent environ 40% de protéines (Al-Wandawi R. et *al.*, 1985).

5.3 Traitement de la diarrhée

L'effet anti-diarrhéique des déchets de tomates chez une série de chiens, de visons et de renards a été rapporté par (McCay et Smith, 1940), puis (Lester et Morrison, 1946) ont déterminé l'action pharmacologique spécifique des déchets de tomates sur l'intestin comme un recours efficace dans le traitement de nombreux types de diarrhées chez des sujets humains.

6. Valorisation des déchets de tomates

Selon la législation européenne (directive 2006/12/EC), les résidus doivent être débarrassés sans mettre en danger la vie humaine et en évitant d'utiliser les méthodes qui peuvent nuire à l'environnement (Elvira et *al.*, 2006).

La valorisation des sous-produits de l'industrie de tomates par les méthodes classiques (alimentation animale, compostage, épandage, etc.). Il est possible grâce à l'évolution de la recherche scientifique de récupérer certains constituants nobles nutritionnellement intéressants, à l'instar des pigments caroténoïdes (lycopène, β -carotène), des protéines, des sucres, des fibres et de l'huile (75% en AGI). Ces produits peuvent être utilisés pour des applications industrielles, alimentaires et cosmétiques (Elvira et *al.*, 2006).

6.1 Définitions

Un déchet (un sous-produit) est un résidu qui apparaît au cours de la fabrication d'un produit fini, il est accidentel, non prévisible, non intentionnel. Il est utilisé directement ou comme ingrédient d'un autre processus pour produire un autre produit fini. (Ademe, 2000).

La valorisation des résidus agroalimentaires est le réemploi, le recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie (Proot, 2002).

Les sous-produits de tomates sont un mélange de peaux, graines et un peu de pulpe solidarisée aux téguments. Ils comportent aussi de pédoncules et des parties dures de la pulpe, de feuilles et des écarts de triage. Ils représentent selon la technique de transformation utilisée, 2 à 5% de la masse globale de tomates fraîches.

6.2 Les constituants récupérés par la valorisation des sous-produits de l'industrie de tomate

6.2.1 Le lycopène

Le lycopène appartient à la famille des caroténoïdes, c'est un polyène acyclique de chaîne ouverte avec 13 doubles liaisons et une formule moléculaire de $C_{40}H_{56}$. Il a onze doubles liaisons conjuguées disposées linéairement, le rendant le plus long caroténoïde.

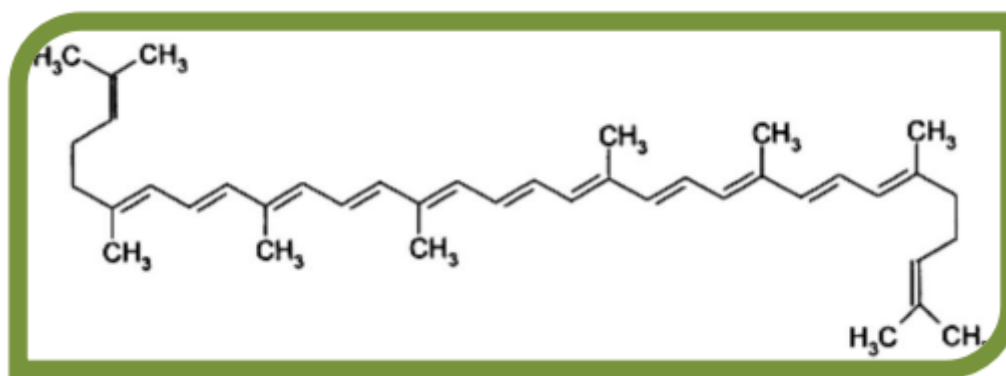


Figure 2 : la structure moléculaire de lycopène (Bouzaata C., 2016).

Il est essentiellement abondant dans les peaux (54mg/100g). Il est le plus commun des caroténoïdes qui se trouve dans le corps humain et il est l'un des plus puissants antioxydants caroténoïdes. Son nom est d'ailleurs dérivé de la classification de l'espèce de la tomate « *solanum lycopersicum* » anciennement appelé « *Lycopersicum esculentum* » (Elvira et *al.*, 2006).

Le lycopène a un effet antioxydant et protège contre les maladies dégénératives. Il diminue en plus le risque de maladies cardiovasculaires et de cancer (essentiellement le cancer de la prostate). Il a également un effet stimulateur de l'immunité et renforce la santé de la peau et la protège contre les dangers des UV.

6.2.2 Les fibres de tomates

Elles constituent la partie non digestible des aliments végétaux qui favorisent le transit digestif. Les fibres diététiques sont constituées par des polysaccharides autres que l'amidon et plusieurs autres composés de plantes tels que la cellulose, les dextrines, l'inuline, la lignine, les cires, la chitine, les pectines, les β -glucanes et les oligosaccharides.

Leurs effets métaboliques sont : Effet positif lors des mécanismes de mastications, Réduire la contribution énergétique des aliments, le taux la glycémie et le taux de cholestérol, Induire une sensation de satiété, Piéger les substances toxiques, Stimuler la digestion, Augmenter la durée de transit intestinal. ...etc (Elvira et *al.*, 2006).

6.2.3 L'huile de graines de tomates

La quantité d'huile contenue dans les résidus de tomate est en quasi-totalité concentré dans les graines (14.6 à 30.4% de la MS de graines ou environ 10.82% de la MS totale des résidus). Elle est caractérisée par un taux élevé en AGPI (68.6 à 75%) et par la présence d'antioxydant (lycopène). Cette huile a un effet protecteur du système vasculaire, adoucissant et calmant sur la peau (Elvira et *al.*, 2006).

6.2.3.1 Méthodes d'extraction

a. Extraction par solvants

Elle repose sur le principe de mise en contact de la matière solide et le solvant liquide. Le choix du solvant est guidé par les propriétés chimiques et physiques de la substance cible ; en particulier sa stabilité thermique et son caractère polaire. Pour faciliter le transfert de la substance à extraire au liquide, la matière première est normalement traitée mécaniquement.

Ce processus est utilisé pour extraire les huiles, mais il n'est pas approprié pour les substances thermolabiles. Certains solvants organiques qui peuvent être utilisés comme moyen d'extraction sont toxiques et peuvent laisser des traces dans le produit fini. L'éthanol peut être utilisé pour remplacer ces solvants toxiques ou dangereux. En plus toutes les extractions par solvant demandent une étape de purification après extraction, comme la filtration ou centrifugation. L'hexane est l'auxiliaire technologique utilisé actuellement pour l'exercice de l'activité classée en France sous la rubrique « extraction d'huiles végétales et de graisses animales » (Elvira et *al.*, 2006).

b. Extraction par Fluides supercritiques (SFE) - Extraction par CO₂ supercritique (SC-CO₂)

L'état supercritique d'un fluide est atteint en apportant celui-ci à température et pression supérieures de celles de son point critique.

Les fluides supercritiques présentent des caractéristiques à la fois des gaz et des liquides, propriétés qui les rendent spécialement favorables aux opérations d'extraction. Ils ont des coefficients de diffusion plus élevés et en même temps des viscosités et tensions superficielles plus basses que les solvants conventionnels. La capacité de dissolution des fluides supercritiques dépend de leur densité, ainsi la sélectivité de l'extraction peut être changé en ajustant la température et /ou la pression de l'extraction. Après l'étape de l'extraction, la pression est réduite ou la température augmentée pour diminuer la solubilité de l'extrait, ce qui permet la séparation.

Le solvant le plus utilisé est le CO₂, moins cher, sans risques, non toxique et ses conditions supercritiques peuvent être assez facilement atteintes. Elle peut être utilisée pour extraire les polyphénols et autres antioxydants naturel à partir des résidus de tomates (Elvira et *al.*, 2006).

c. Extraction par pression (pressage mécanique)

Le pressage de la graine préparée se fait principalement de façon continue dans des presses à cages métalliques filtrantes constituées par des barreaux plus ou moins jointifs suivant la partie de la cage intéressée. La graine préparée (flocons cuits) y est introduite et comprimée par une combinaison de vis sans fin à pas dégressifs tournant à vitesse

généralement lente. Un cône, dont on peut régler la position, délimite à l'extrémité de la cage un espace annulaire plus ou moins rétréci et par lequel sort le tourteau ou plus exactement les écailles de presse. Ce tourteau de pression reste plus ou moins chargé en matière grasse suivant la nature de la graine et les conditions de pression. Plus la pression est élevée du fait du choix des arrangements et plus le taux de déshuilage est important. Par contre, le débit est faible et l'usure plus importante, notamment au niveau des barreaux de presse.

L'huilier est donc amené à adopter un compromis au niveau du taux de déshuilage visé en tenant compte de son outil industriel (Elvira et *al.*, 2006).

6.2.3.2 Caractérisation de l'huile de graines de tomates

Le raffinage pratiqué sur les huiles végétales brutes ne modifie pas les constantes physico-chimiques fondamentales de l'huile considérée. Cependant certaines variations de l'acidité titrable, de la teneur en insaponifiable, de la teneur en phosphore et parfois même la coloration peuvent être observées au cours des opérations de dégommage, de neutralisation et de blanchiment. Le raffinage d'huile de graine de tomate a provoqué une diminution de 93% de l'acidité, une élimination du phosphore et la disparition de la chlorophylle (Amalou et *al.*, 2013).

Tableau 3: Présentation comparative des caractéristiques physicochimiques classiques de l'huile de graines de tomates: (Evangelos et al., 1998); (Lois et al., 2004); (Ayhan, 2009); (Amalou et al., 2013).

Caractéristiques	Evangelos et al., 1998		Lois et al., 2004	Ayhan, 2009	Amalou et al., 2013	
	H.Brute	H.rafinée			H.brute	H.rafinée
Densité à 25°C°	0.9160	0.9156	0.9151	0.91177	-	-
Acidité (%)	1.01	0.05	-	0.2416	0.9	0.06
Indice de réfraction à 40 C°	1.4603	1.4610	-	1.4733	1.467	1.467
Viscosité à 21°C (mPa.s)	0.4	0.3	-	-	-	-
Point de fumée	176	208	189	-	-	-
Indice de saponification	184	166	195	190.2	1.8	1.8

(mgKOH/gMG)							
Indice d'Iode(g I2/100g MG)		105	104	124	126.8	117	117
Indice de peroxyde (méq/Kg)		9.8	9.1	-	15	-	0.4
Insaponifiable (%)		1.4	0.9	-	4.33	-	-
Temps d'induction à 120 C° (heures)		5.15	4.9	-	-	-	4.7
Couleur	Rouge	22	10	-	Jaune	6.4	3.2
	Jaune	10	2	-		36	26
Chlorophylle (ppm)		15.46	0.0092	-	-	-	-

6.2.3.3 Richesse en phyto-stérols

L'huile de graines de tomates est riche en phyto-stérols (environ 136 à 365,5 mg pour 100g de l'huile), Ils constituent ainsi une part importante de l'insaponifiable. Le tableau 4 présente la constitution de l'huile de graines en certains stérols par rapport aux stérols totaux.

Tableau 4 : la composition de l'huile de graines de tomates en stérols (Bouzaata C., 2016).

Stérols	Pourcentages par rapport aux stérols totaux
Cholestérol	18-30
Brassicastérol	1-4
Campestérol	1-2
Stigmastérol	14-15
B-stérol	48-46
Delta.5 Avénastérol	<2

6.2.3.4 Profil en acides gras

La bonne qualité de l'huile de graines de tomates est due à sa teneur élevés en AGI :(acide palmitique entre 12,7 et 16,1% ; l'acide oléique entre 22 et 25,52% ; et l'acide linoléique entre 46,8 et 56,12) ainsi que sa richesse en antioxydants tels que le lycopène et la b-carotène. (Tab.5).

Tableau 5 : Présentation comparative du profil en acides gras de l'huile de graines de tomates.(Evangelos et al.,1998 ;E. Lois et *al.*,2005 ;Ayhan ,2009 ;Boukhalfa,2010 ;Amalou et *al.*,2013).

		Evangelos et al., 1998		E.Loïs et al., 2005	Ayhan .2009	Boukhalfa. 2010	Amalou et al., 2013
Acide gras	Formule	Brute	Rafinée	(%)	(%)	(%)	(%)
Myristique	C14 :0	0.2	0.1	0.10	1.1	0.1	
Palmitique	C16 :0	14.0	13.6	12.26	18.1	12.7-16.1	13.81
Hypogéique	C16 :0 cis 9	0.4	0.6	0.35	3.2	-	-
Palmitoléique	C16 :1 cis Δ7	0.1	-	-	-	0-0.6	-
Margarique	C17 :0	0.3	0.1	0.10	-	-	-
Stéarique	C18 :0	6.0	6.0	5.15	4.0	5.1-5.8	6.18
Oléique	C18 :1Δ 9	22.0	22.0	22.7	24.6	20.8-23.8	25.52
Linoléique	C18 :2	53.6	54.0	56.12	46.8	52.4-55.3	52.12
Linoléinique	C18 :3	2.0	2.1	2.77	0.4	0-2.5	1.90
Arachidique	C20 :0	0.3	0.2	0.41	1.0	0.5-1.9	0.47
Béhinique	C22 :0	Trace	0.1	0.09	-	-	-
Eicosonoïque	C22 :1	0.1	0.2	0.12	0.6	-	-
Lingocérique	C24 :0	0.1	0.1	0.17	-	-	-

6.2.3.5 Usage de l'huile de graines de tomate

Les composants de l'huile de graines de tomates peuvent servir à la cosmétologie, à la pharmacie et à l'alimentation d'où l'importance du procédé d'extraction et à la caractérisation physicochimique de cette huile (Bouzaata C., 2016). En Europe la production industrielle de l'huile de graines de tomates était prévue la fin de 2008, le prix pour le consommateur situant entre 6,80 et 27 dollars (Elvira et *al.*, 2006). Les domaines de la valorisation et de l'usage de l'huile de graines de tomates se répartie :

a. En industrie cosmétique et pharmaceutique

L'huile de graines de tomates peut être utilisée comme un ingrédient cosmétique et pharmaceutique grâce à sa richesse en AGPI. Il a un effet protecteur du système vasculaire et calmant pour la peau (Elvira et *al.*, 2006).

L'huile de graines de tomates a été utilisé dans la fabrication des produits cosmétiques comme le savon, les lubrifiants (Giannelos et *al.*, 2005).

b. En production des biocarburants

Comme la plupart des huiles végétales, l'huile de graines de tomates peut être utilisé après traitement approprié dans la production des biocarburants (Lois et *al.*, 2005).

L'huile de graines de tomates est actuellement utilisé en Europe pour la production de biodiesel grâce à ses propriétés physicochimiques (Angelo et *al.*, 2016).

c. En agroalimentaire

La caractérisation physico-chimique de l'huile de graines de tomates et son profil chromatographique ont révélé que ce dernier est parfaitement comestible et nutritionnellement bénéfique pour la santé humaine et animale à cause de sa richesse en acides gras insaturés et divers éléments (Amalou et *al.*, 2013).

L'huile de graines de tomates peut être utilisé comme sauce pour les produits à base de tomates et les produits séchés au soleil (S. Porreta et *al.*, 2009).

L'huile de graines de tomates peut être utilisé dans la préparation de la margarine, l'utilisation de cette huile de 30 à 46% dans la fabrication de la margarine peut ajouter un avantage supplémentaire à sa couleur dû au lycopène (Dalbir.S et J.Kaur, 2003).

Partie II
Expérimentale

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

1. Matériel biologique

- **Les graines de tomates**

Les déchets de transformation de la tomate industrielle ont été prélevés de la chaîne de la production de concentré de tomate ZIMBA qui est situé à la commune de BELKHIR wilaya de GUELMA durant la campagne agricole de février 2021.

2. Méthodes d'analyses

2.1 Récupération et triage des graines de tomates

Les graines de tomates destinées à l'extraction d'huile ont été récupérées à partir d'un tas de 5 kg de déchets de tomate prélevés manuellement de la chaîne de production. Après séchage de 72 heures suivi d'un triage, 200 g de graines de tomate ont été récupérées.

2.2 Extraction de l'huile de graines de tomates

L'extraction de HGT est réalisée au niveau des laboratoires de la biologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université du 08 mai 1945-guelma en deux étapes :

- ❖ **La première extraction**

L'huile a été extraite à partir de 60 g de poudre de graine de tomate d'une pureté de 94,5% en utilisant un dispositif SOXLET en présence de 600 ml de l'éther de pétrole comme solvant pendant trois heures à une température voisinant 40 °C.

- ❖ **La deuxième extraction**

Le même processus de la première extraction en utilisant le n-hexane comme solvant pendant 3 heures à une température voisinant 60°C.

Ensuite les solvants sont évaporés à l'aide d'un évaporateur rotatif (Amalou et al., 2013).

- **Stockage et conservation de l'huile**

L'huile collectée est filtrée et stockée dans des flacons en verre fumés et conservée à une température qui varie de 1 à 6 °C.

2.3 Détermination du rendement de l'extraction

Le rendement en huile essentielle (Rd), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après extraction (M') et la masse de la matière végétale utilisée (M) selon la norme (AFNOR, 1986), Il est donné par la formule suivante :

$$Rd = \frac{M'}{M} \times 100$$

Dont :

- **Rd**: Rendement en huile essentielle exprimée en pourcentage (%).
- **M'**: Masse de l'huile essentielle obtenue en gramme (g).
- **M**: Masse de la matière végétale sèche utilisée en gramme (g) et qui vaut 200 g.

3. Recherche des activités biologiques

3.1 Recherche de l'activité antifongique

Les souches fongiques testées dans cette étude sont des souches qui peuvent contaminer les denrées alimentaires et d'autres souches qui existent dans le domaine médical.

Tableau 6 : Nomenclature des souches fongiques.

	Domaine alimentaire	Domaine médical
Souches	<i>Penicilium sp</i>	<i>Candida albicans</i>
	<i>Fusarium sp</i>	<i>Aspergillus flavus</i>
	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	<i>Aspergillus niger</i>

3.1.1. Le choix du milieu de cultures

Suivant la méthode utilisée et les souches le milieu utilisé est :

- La Gélose Sabouraud additionnée Chloramphénicol

La gélose Sabouraud est un milieu d'utilisation générale, permettant la croissance et l'isolement d'une grande variété de levures et moisissures. L'addition de chloramphénicol inhibe la croissance des bactéries Gram positif et Gram négatif. (1)

3.1.2. Mode opératoire

L'activité antifongique de HGT a été testé *in-vitro* par la technique des disques. Les concentrations de l'HGT testées sont comme suit : 100% HGT ; 75% HGT ; 50%HGT ;25%HGT et l'éthanol comme témoin et pour la dilution.

3.2.Recherche de l'activité antibactérienne

Les souches bactériennes choisies pour cette étude sont des bactéries pathogènes impliquées fréquemment dans la contamination et l'altération des denrées alimentaires.

Le tableau 7 présente les souches bactériennes testées :

Tableau 7 : Nomenclature des souches bactériennes.

		Bactéries	
		Gram positif	Gram négatif
Souches		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>E.coli</i>
		-	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

3.2.1. Choix du milieu de culture

- Muller Hinton (MH)

C'est un milieu standardisé recommandé pour l'étude de la sensibilité des bactéries. (1)

- Préparation de l'inoculum

Les tests du pouvoir antibactérien de HGT ont été réalisés à partir des cultures jeunes de (24 heures), en préparant une suspension bactérienne en utilisant l'eau physiologique comme solvant.

3.2.3. Mode opératoire

L'activité antibactérienne de la substance (huile de graines de tomates) a été testée *in-vitro*, la technique utilisée est celle mise en contact direct avec les bactéries (la technique des disques). Les concentrations testées sont préparées par l'éthanol comme suit : 100% HGT ; 75% HGT ; 50% HGT ; 25% HGT.

➤ La technique des disques

La méthode des disques c'est la technique choisie pour tester l'activité antibactérienne et antifongique de l'HGT. Cette méthode repose sur le pouvoir migratoire des substances à tester sur un milieu solide à l'intérieur d'une boîte de Pétri. Cette méthode nous permet de mettre en évidence l'effet antibactérien et antifongique de l'huile végétale sur les bactéries et les champignons, ainsi que la détermination de la résistance ou la sensibilité des bactéries ou des champignons vis-à-vis de cette huile végétale.

Cette méthode consiste à faire des puits remplis d'une quantité de HGT à la surface de la géloseensemencée par les germes à tester et de mesurer les diamètres d'inhibition en millimètre (mm) après incubation.

3.3. Recherche de l'activité antioxydante

3.3.1. Le test DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl)

Le DPPH est l'un des composés les plus utilisés pour une analyse rapide et directe de l'activité antioxydante, en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse. Le test DPPH° (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl) qui a été initialement développée par Blois (1958). Le DPPH° est un radical libre stable de couleur violacée. En présence de composés anti-radicalaires, le radical DPPH° est réduit et change de couleur en virant au jaune. Les absorbances mesurées à 517 nm servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH°, qui est proportionnel au pouvoir anti-radicalaire de l'échantillon.

3.3.2. Préparation de la solution éthylique de DPPH

2 mg de DPPH ont été mélangée à dans 50 ml de méthanol dans un flacon, la solution a été agitée avec un agitateur et un barreau magnétique. Le flacon a été protégé avec de l'aluminium à la fin de la préparation à l'abri de la lumière (Rachid I. et Sara H., 2017).

3.3.3. Préparation des dilutions en différentes concentrations de HGT

50mg de HGT a été pesé à dissoudre dans 5ml de méthanol afin d'obtenir une concentration de 10 mg/ml (concentration mère) pour préparer les différentes concentrations de HGT.

Tableau 8 : Préparation des différentes concentrations de HGT.

Tubes	1	2	3	4	5	6	7
Dilutions (mg/ml)	10	7,5	5	2,5	1,5	1	0,5
Volume de solution mère (µl)	1000	750	500	250	150	100	50
Volume de méthanol (µl)	0	250	500	750	850	900	950
Volume final (ml)	1	1	1	1	1	1	1

3.3.4. Mode opératoire :

Dans des tubes à essai secs, une quantité de 1ml de chaque dilution de HGT brute comme suit :(0,5mg/ml ; 1mg/ml ; 1,5mg/ml ; 2,5mg/ml ; 5mg/ml ; 7,5mg/ml ; 10mg/ml), chaque dilution a été mélangé avec 100µl de la solution éthylique de DPPH° à 0,004% (p/v), après agitation les tubes sont placés à l'obscurité à une température ambiante (Rachid I. et Sara H., 2017).

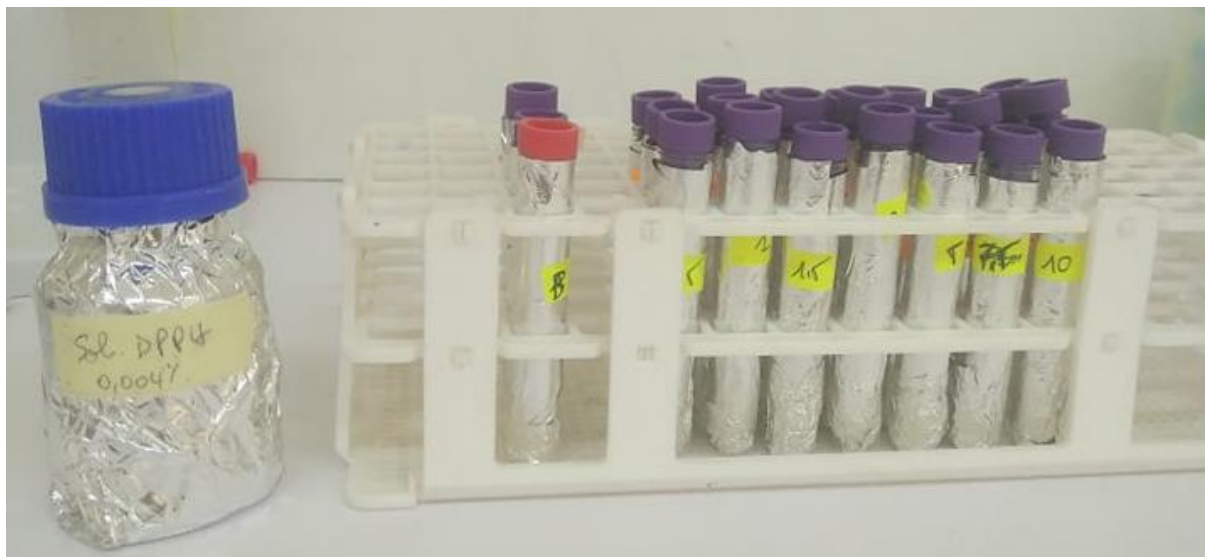


Figure 3 : Préparation de DPPH et les concentrations de HGT testées

3.3.5. La lecture des résultats

La lecture des résultats a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre par la mesure de l'absorbance 517nm. La lecture a été répétée trois fois.

3.3.6. Expression des résultats

a. Détermination du pourcentage d'inhibition (Yuhua M *et al.*, 2014).

L'inhibition des radicaux libres en pourcentages (I%) est calculée en utilisant la formule suivante :

$$I \% = [1 - (\text{Abs}_{\text{test}} / \text{Abs}_{\text{contrôle}})] \times 100$$

- **I %** : pourcentage d'inhibition de DPPH.
- **Abs_{test}** : absorbance de l'échantillon.
- **Abs_{contrôle}** : absorbance de contrôle négatif.

Tous les essais ont été effectués en triple.

La cinétique des réactions de HGT avec le DPPH a été inscrite à chaque concentration examinée. Chaque concentration en HGT en fonction des pourcentages du DPPH inhibés, ont été tracées à la fin des réactions afin d'obtenir l'index IC50.

b. La détermination de l'index IC50

Cet paramètre est défini comme étant la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du DPPH initiale de 50%. L'index IC50 a été déterminé à partir de la courbe d'inhibition (Yuhua M. *et al.*, 2014).

Résultats et discussions

III. Résultats et discussion

1. Le rendement de l'extraction

Les résultats de rendement de l'extraction de HGT sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 9: Rendement de l'extraction de HGT.

	Solvants		Total
	n-hexane	éther de pétrole	
Masse de la poudre de graines de tomates utilisée (g)	60	60	120
Volume de l'huile extraite (ml)	7,10	9,6	16,70
Pourcentage de rendement (%)	11,10	15,16	13,13

L'extraction des huiles par les solvants apolaires est encouragée fortement par de EL-WANDAWI *et al* (1985); CANTARELLI *et al* (1993); ELLER *et al* (2010) et AMALOU *et al.* (2013) qui estiment que le rendement de l'extraction est de 14 à 21% dans ses conditions.

Le rendement de l'extraction par reflux pendant deux heures en utilisant le n-hexane comme solvant, est de 11,10%. Ce résultats est inférieur à celui apporté par les auteurs cités ci dessus, alors que le rendement de l'extraction par l'éther de pétrole concorde avec les auteurs cités précédemment. Par ailleurs les résultats de l'extraction obtenu par optimisation des solvants expriment un faible rendement de 1/3 comparé avec celui trouver par GIANELOS *et al.* (2005). Ces constatations sont probablement dues à :

- La variété de tomate utilisée
- Paramètres environnementaux influent la culture de tomate
- Les conditions de l'extraction

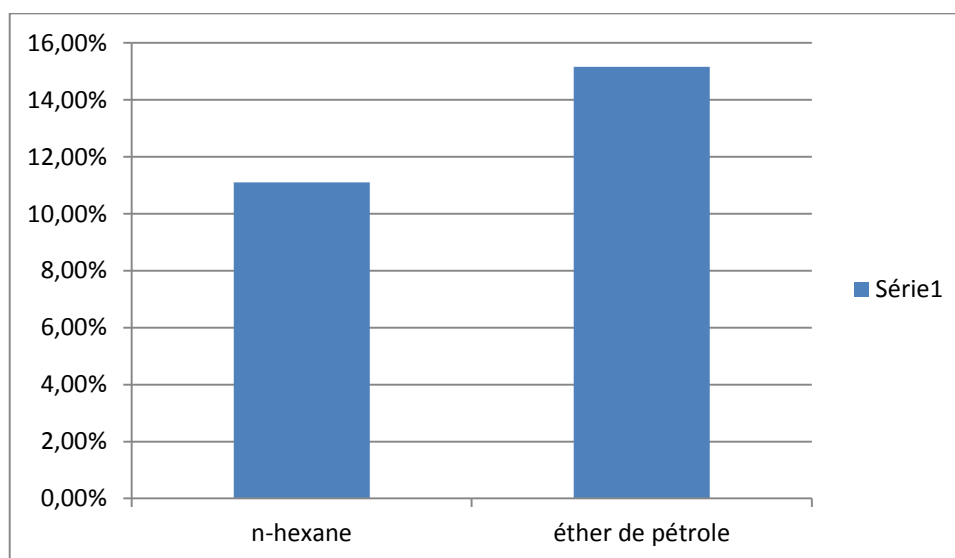


Figure 4 : Histogramme de l'extraction de HGT par le n-hexane et l'éther de pétrole.

La figure 4 montre que le rendement de l'extraction de HGT en utilisant de l'éther de pétrole est mieux que le n-hexane dans les mêmes conditions d'extraction.

2. Evaluation de l'activité antibactérienne et antifongique de HGT

2.1. L'activité antibactérienne de HGT

Après l'incubation des souches testées 24 heures à une température de 37°C :

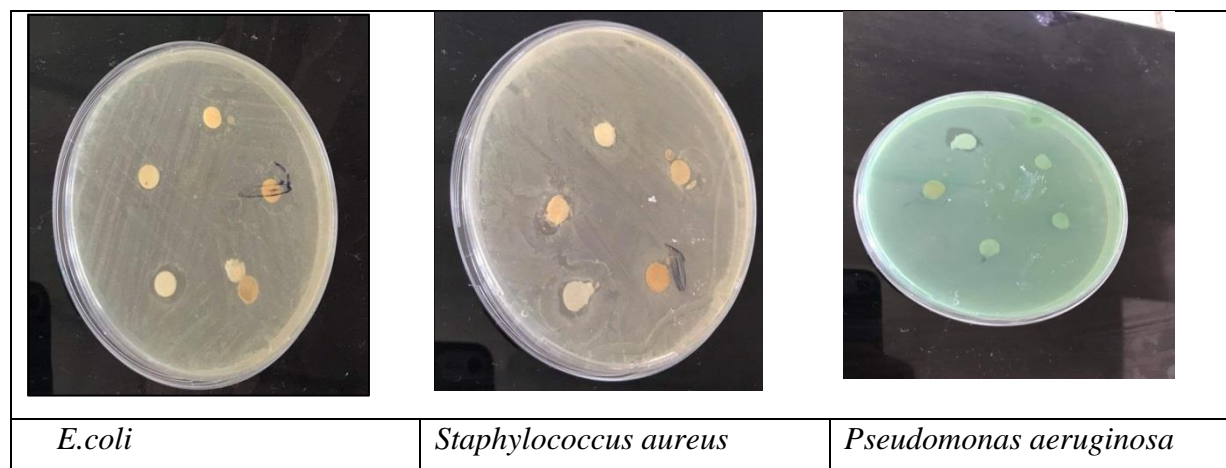


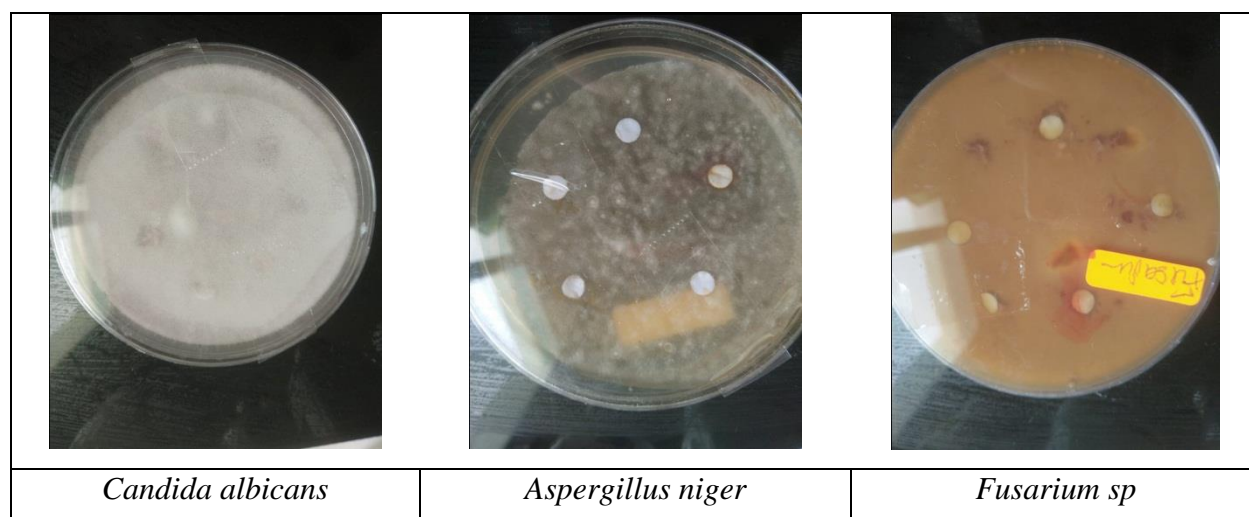
Figure 5: Résultats d'incubation des espèces bactérienne.

Le test de l'activité antimicrobienne de HGT contre les espèces bactériennes Gram Positif (*Staphylococcus aureus*) et Gram négatif (*Pseudomonas* et *E.coli*) n'a pas donné un Résultat significatif avec l'absence de la zone d'inhibition pour toutes les concentrations de l'HGT testées (100% ;75% ;50% ;25%).

Ce résultat est probablement relatif à la richesse de l'huile extraite en acides gras saturé.

2.2. L'activité antifongique de l'HGT

Après incubation de 7 jours à une température de 37 C.



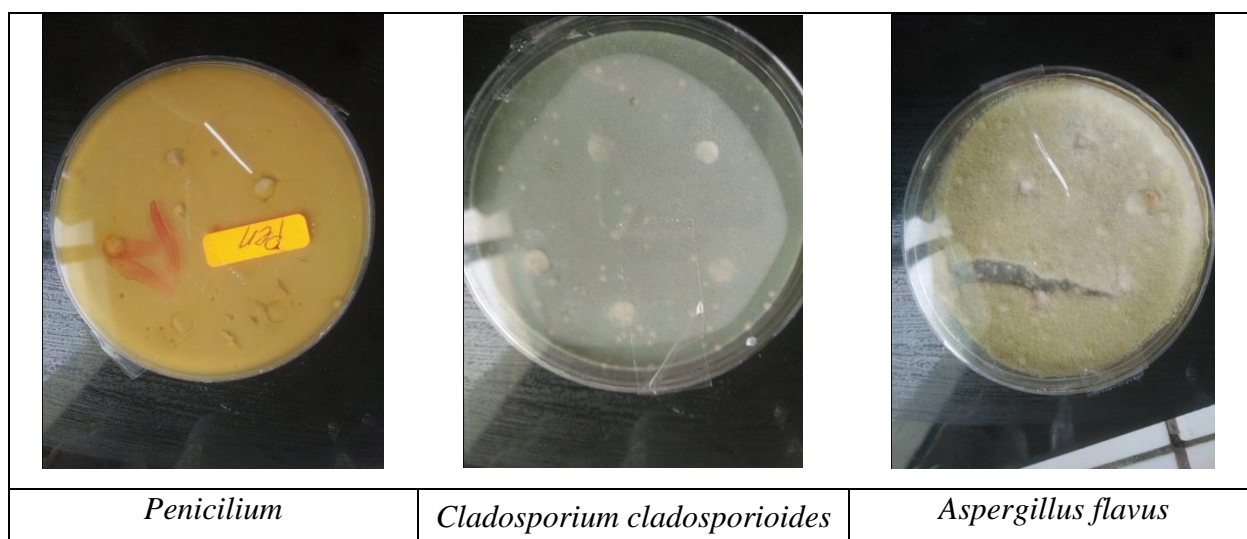


Figure 6 : Résultats d'incubation des souches fongiques.

Les résultats obtenues de l'activité de HGT contre les souches fongiques sont les mêmes résultats trouvés avec les souches bactérienne, l'absence de la zone d'inhibition pour toutes les concentrations et pour toutes les souches fongique (100% ; 75% ; 50% ;25%). Ce résultats est probablement relatif à la composition de l'huile extraite (sa richesse en acides gras saturés).

2.3. Evaluation de l'activité antioxydante de HGT

2.3.1. Les résultats du test de DPPH

Un changement de couleur a été observé au niveau des solutions préparées de la couleur violette vers la couleur jaune après avoir laissé les tubes 30 minutes à l'obscurité avant de faire la lecture au spectrophotomètre.

Les résultats d'inhibition du radical libre obtenus expérimentalement sont réalisés par un spectrophotomètre, ils sont marqués dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Résultats d'absorbances et l'inhibition de DPPH.

Concentration (mg/ml)	0,5	1	1,5	2,5	5	7,5	10
Absorbance à 517nm	0,88933	0,844	0,81133	0,68167	0,67167	0,66867	0,63533
Inhibition%	20,98	25,1	27,91	39,43	40,32	40,59	43,55

Il a été noté l'augmentation des pourcentages d'inhibition de radical libre parallèlement avec l'augmentation de la concentration de HGT.

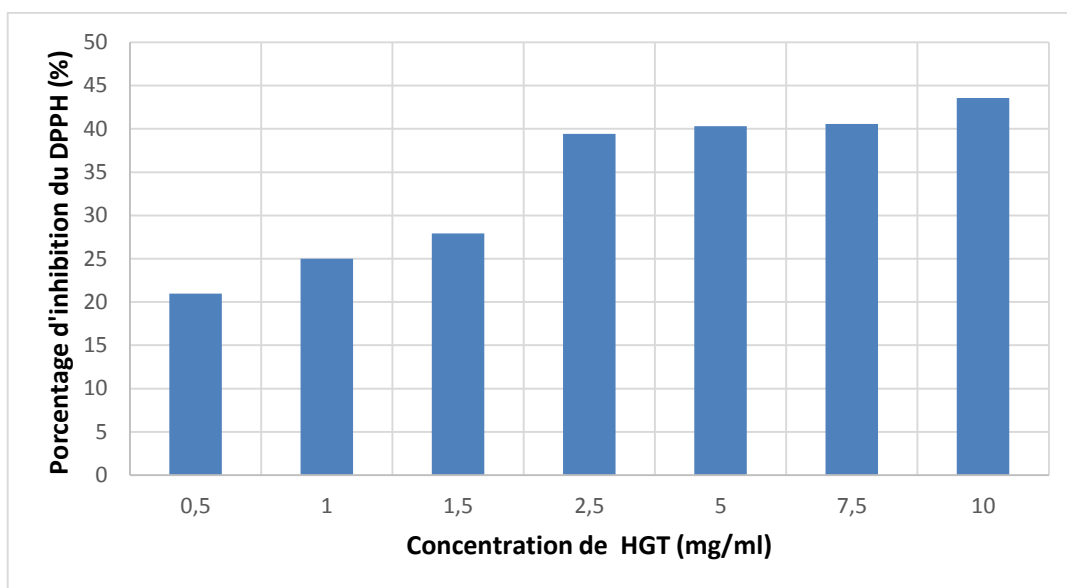


Figure 7: Histogramme des pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l' HGT.

L'histogramme des pourcentages d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'huile de graines de tomates testées (figure 8) montre que les pourcentages d'inhibition de DPPH augmentent avec l'augmentation des concentrations de l'huile de graines de tomates, les concentrations (0,5mg/ml ;1mg/ml ;1,5mg/ml) ont donné les pourcentages d'inhibition (20,98% ;25,1% ;27,91%).

2.3.2. La détermination de l'index I_{c50}

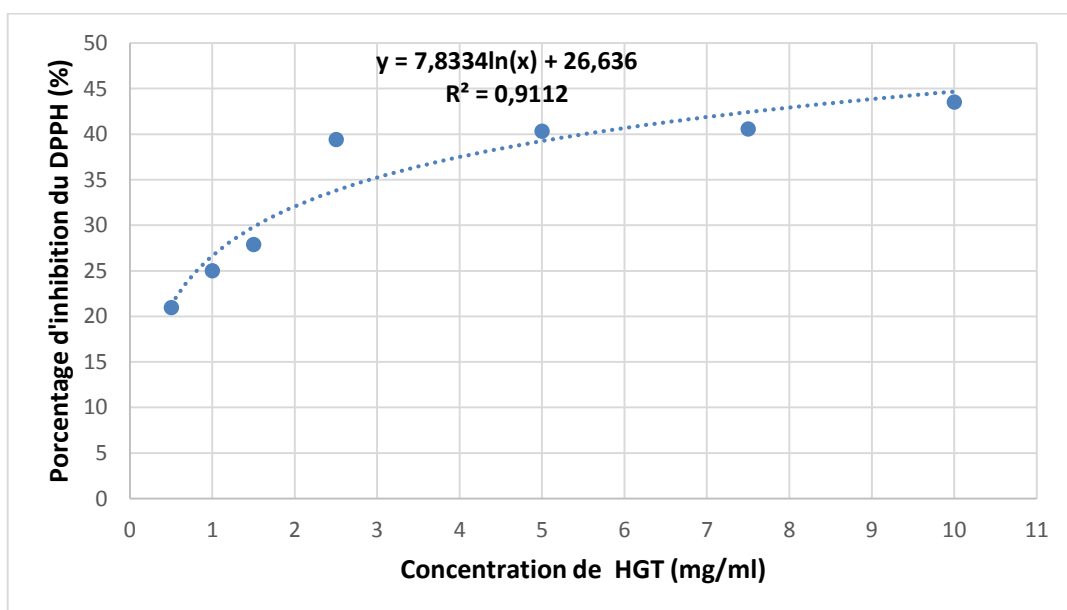


Figure 8: courbe des pourcentages d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'HGT.

L'index IC_{50} est déterminé à partir de la courbe des pourcentages d'inhibition du radical DPPH (figure 8) comme le suivant :

$$\ln(x) = (y - 26,636) / 7,8334$$

$$x \text{ (mg/ml)} = 19,74$$

L'index $IC_{50} = 19,74 \text{ mg/ml}$

L'index IC_{50} de l'huile de graines de tomate est égale: 19,74 mg/ml.

Le résultat obtenu de L'index IC_{50} (19,74mg/ml) est faible par rapport au résultat de YUHUA et *al.*(2014) :1,590 mg/ml.

L'activité antioxydant de l'huile de graines de tomate est faible par rapport d'autres auteurs en raison de la faible quantité des composés phénoliques (Yuhua M. et *al.*, 2014).

Conclusion

IV. Conclusion

La transformation de tomate industrielle induit jusqu'à 30 - 40% de la matière première comme déchets, le présent de notre travail avait pour but de valoriser ces sous-produits par l'extraction de l'huile de graines de tomates afin d'évaluer ses différentes activités biologiques (l'activité antioxydante, antifongique et antibactérienne).

Les résultats de ce travail suggèrent que l'exploitation des déchets des conserveries des tomates constitue une excellente voie de valorisation. Elle apporte une valeur ajoutée aux exploitations agricoles aux conserveries de tomate avec la réduction des charges liées à l'évacuation des résidus.

L'évaluation des activités biologiques de l'HGT relève que ce dernier a un pouvoir antioxydant considérablement important, cet avantage peut être exploité dans la conservation des produits alimentaires après d'autres recherches supplémentaires.

La découverte des nouveaux produits commerciaux peut conduire l'industrie de transformation de tomate à développer des méthodes efficaces pour le triage et la conservation des graines de tomates qui sont considérées comme une source d'huile végétale.

Cette étude laisse entrevoir des perspectives pour faire des études plus approfondies sur les propriétés antioxydants et antimicrobiennes de l'huile de graines de tomates.

Références bibliographiques

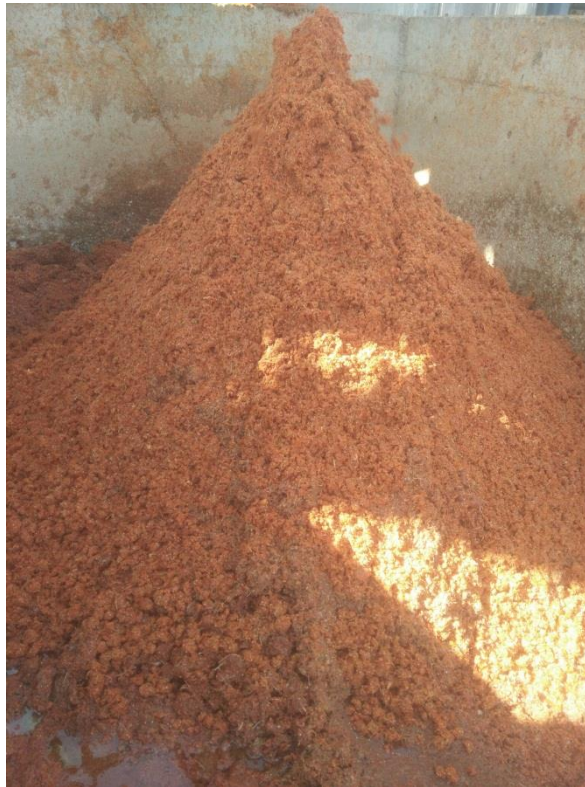
Référence bibliographique

- **Abdel – Rahman A-H.Y, 1982.** The chemical constituents of tomato seeds. *Food chemistry*, 9
- **Adem, 2000.** Comité national des coproduits. Fiche n°15 – Ecart de fruits et légumes et coproduits de conserverie. Pulpe de tomate, Institut de l’Elevage.
- **AFNOR, 1986,** Recueil des Normes Françaises « huiles essentielles », AFNOR, Paris, p. 57.
- **Amalou D., Ait Ammour M., Ahishakiye B. M., Ammouche A, 2013.** Valorisation des sous-produits de conserverie: cas des graines de tomates.4th *International Conference of the African Association of Agricultural Economists.Hammamet-Tunisie.*
- **Amel B., Slimane D., 2013,** La performance économique de la filière tomate industrielle en Algérie, Les cahiers du CREAD n°103-2013.
- **Angelo Maria Giuffre, Marco Capocasale, Clotilde Zappia1, Vincenzo Sicari1, Bawa, 1998.** Community enterprise for conservation in India: Biligiri Ranganaswamy Temple Sanctuary.
- **Blois, M.S. (1958).** Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 1199-1200.
- **Boukhalfa H, 2010.** Valorisation des sous-produits de la filière tomate transformée: optimisation de la production de la protéase par aspergillus sur un milieu à base de déchets de tomates.
- **Bouzaaata C.2016,** Valorisation des sous-produits de quatre variétés de tomate industrielle (*Solanum esculentum*) dans l’est Algérien, *Université BADJI MOKHTAR-Annaba*.p11 ,32 ,39.
- **Cantarelli PR, Regitano – d’Arce MAB, Palma ER., 1993.** Physico chemical characteristics and fatty acid composition of tomato seed oils from processing wastes. *Sci. Agric, Piracicaba*;p 50.
- **Celma A.R., Cuadros F., López-Rodríguez F., 2009.** Characterisation of industrial tomato by-products from infrared drying process. *Food Bioproducts Proc.* :p87
- **Cotte F, 2000.** Etude de la valeur alimentaire de pulpe de tomate chez les ruminants. *Thèse Docteur vétérinaire, université Lyon 1*
- **Dalbir Sogi and J. Kaur ,2003.** Studies on preparation of margarine from tomato seed oil,*Joiurnal of food science and technology.*

- **Elvira Casas, Marianna Faraldi and Marie Bildstein., 2006.***HANDBOOK on bioactive compounds from tomato processing residues .*
- **Giannelos PN, SXIZAS S, Lois E, Zannicas F, Anastopoucos G. Phycall,** chemical and fuel related properties of tomato seed oil for evaluating its direct use in diesel engines in industrial crops and products, 2005 ; 22, p.193 – 199.
- **Knoblich M., Anderson B., Latshaw D., 2005.** Analyses of tomato peel and seed byproducts. *J. Sci. Food Agric, 2005.*
- **King, A.J. and G. Zeidler, 2004.** Tomato pomace may be a good source of vitamin E in broiler diets. *California Agric.,*
- **Lester M., Morrison M.D., 1946.** The control of diarrhea by tomato pomace. *American J. Digestive Diseases, 13(6); 196-198.*
- **MADR, 2009 ;**(Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural), Direction des statistiques, Principales cultures maraichères et industrielles en Algérie.
- **McCay O.M., Smith S.E., 1940.** Tomato pomace in the diet. *Sci., 91; 38.*
- **Proot M, 2002.** Séchage des produits alimentaire, techniques de l’ingénierie, traité agroalimentaire.
- **Rachedi m.F, (2004).** Cultures maraichères et industrielle in collection études
- **S.Poretta,G.Poli,G.Dellapina,V.Mascatelli,L.Palmieri,P.Bondioli,2009.** Development of tomato seed oil based tomato products,Experimental station for food preserving technology,Viale F-Tanaro 31/A,43106 Parma,Italy;p209.
- **Shankara Naika, Joep van Lidt de Jeude, Marja de Goffau, Martin Hilmi, Barbaravan Dam, 2005,** La culture des tomates,*Fondation Agromisa et CTA, Wageningen ;p80.*
- **Rachid I; Sara H., 2017,** Etude de l’activité antioxydante des huiles sssentielles des plantes aromatiques et médicinales Marocaines, *European scientific journal,*p 326.
- **Sogi D.S., Shivhare U.S., Garg S.K., Bawa A.S., 2003.** Water Sorption Isotherm and Drying Characteristics of Tomato Seeds. *Biosystems Eng..*
- **Teresa Maria Pellicano, Marco Poiana, and Giuseppe Panzera, 2016,** Tomato seed oil for biodisel production, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.,* p 640.
- **Yahua M., Jungang M.,Tao Y.,Wenhu C.,Yi L.,Yahong C.,Jide W., 2014,** Compnent,antioxidant and antibacterial activity of tomato seed oil,*Japanese Society for sciences and technology;* p 2,4.
- (1): <https://www.humeau.com>. Consulté le 05/05/2021 à 10 :35.

Annexes

Annexe 1



Déchets de conserverie de tomates (*photographie personnelle*)

Annexe 2



Dispositif SOXLET (*photographie personnelle*)

Annexe 3



Evaporateur rotatif (*photographie personnelle*).

Annexe 4



L'huile de graines de tomates extraite (*photographie personnelle*).

ملخص

في إطار استغلال بقايا مصبرات الطماطم التي تمثل 30 إلى 40 ٪ من الوزن الإجمالي للطماطم المعالجة ، فإن الهدف من عملنا هو تحسين استخراج الزيت من بذور الطماطم بواسطة مذيبات غير قطبية وتقييم انشطته البيولوجية بذور الطماطم من مصنع مصبرات الطماطم ، زيمية-بلخير-قالمة ، بعد التجفيف والفرز ، وضعت بذور الطماطم في جهاز سوكسلي في وجود المذيبات (الهيكسان-الايثر) ، وتم حساب مردود الاستخراج بعد التصفية ، تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة لزيت بذور الطماطم بطريقة دي بي بي اش، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها وجود نشاط مهم مضاد للأكسدة يتزايد بزيادة تركيز الأخير ، وتقييم مضاد للفطريات و تم إجراء النشاط المضاد للبكتيريا لهذا الزيت في المختبر بطريقة الأقراص ، وأظهرت نتائجهم عدم وجود نشاط مضاد للميكروبات.

الكلمات المفتاحية: زيت بذور الطماطم، نشاط ضد الأكسدة، نشاط ضد الفطريات، نشاط ضد البكتيريا

Abstract

As part of the recovery of waste from tomato cannery which expresses 30 to 40% of the total weight of processed tomatoes, the objective of our work is to optimize the extraction of oil from tomato seeds by two non-polar solvents and to evaluate its biological activities. The tomato seeds come from a pile of waste at the ZIMBA-Belkhir-Guelma cannery, after drying and sorting, the tomato seeds are placed in a SOXLET device in the presence of solvents (n-hexane / petroleum ether) , the extraction yield was calculated after filtration, the evaluation of the antioxidant activity of tomato seed oil was carried out by the DPPH method, the results obtained showed the existence of a power important antioxidant and proportional with the increase in concentration of the latter, the evaluation of the antifungal and antibacterial activity of this oil was carried out in vitro by the method of the discs, the results showed the inexistence of antimicrobial activity.

Keywords: Tomato seed oil, antioxydant activity ,antifungal activity,antibacterial activity.

Résumé

Dans le cadre de valorisation des déchets de conserverie de tomates qui exprime 30 à 40% du poids total des tomates transformées, l'objectif de notre travail est optimiser l'extraction de l'huile de graines de tomates par deux solvants apolaire et évaluer ses activités biologiques. Les graines de tomates proviennent d'un tas de déchets au niveau de la conserverie ZIMBA-Belkhir-Guelma, après séchages et triage, les graines de tomates sont placé dans un dispositif SOXLET en présences des solvants (n-hexane/éther de pétrole), le rendement de l'extraction a été calculé après filtration, l'évaluation de l'activité antioxydant de l'huile de graines de tomates a été réalisé par la méthode de DPPH, les résultats obtenus ont montré l'existence d'une activité antioxydante importante et proportionnelle avec l'augmentation de concentration de cette dernière, l'évaluation de l'activité antifongique et antibactérienne de cette huile a été réalisé *in vitro* par la méthode des disques, les résultats ont montré l'inexistence de pouvoir antimicrobienne.

Mots clés: Huile de graines de tomates, activité antifongique, activité antibactérienne, activité antioxydante.