



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de L'Univers

Département de BIOLOGIE

MÉMOIRE

Présenté par :

M^{elle} HAÏ Fatima Zohra et M^{elle} BENMANSOUR Wissem

En vue de l'obtention du

Diplôme de Master en Sciences Alimentaires

Option : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

Valorisation des grenades en élaborant un sirop artisanal

Soutenu le 14 Juin 2023, devant le jury composé de :

Présidente	M ^{elle} GHANEMI FZ.	MCA	Université de Tlemcen
Encadrante	M ^{me} BENAMAR-DIB H.	MCA	Université de Tlemcen
Examinatrice	M ^{me} MEZIANE R.	MCB	Université de Tlemcen

Année universitaire 2022/2023



Remerciements

Louanges à Dieu, seigneur de l'univers qui nous a comblé de sa miséricorde jusqu'à la réalisation de ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers notre merveilleuse promotrice, Madame « Mme DIB-BENAMAR Hanane », de l'université de Tlemcen. Sa précieuse aide et ses conseils tout au long de ce travail ont grandement contribué à améliorer nos connaissances. Nous sommes reconnaissants de sa patience et de sa compréhension face aux diverses situations auxquelles nous avons été confrontés lors de l'élaboration de ce travail.

Nous souhaitons également exprimer nos remerciements aux membres du jury qui ont consacré leur temps et ont accepté de juger ce modeste travail. Nous adressons nos remerciements particuliers à la présidente du jury, Madame « Ghanemi FZ », ainsi Nous adressons également nos hommages les plus respectueux à « Mme MEZIANE R » qui nous a fait l'immense honneur d'accepter d'être examinatrice de ce modeste travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude et expressions de reconnaissance à nos enseignants de la spécialité Agroalimentaire et contrôle de qualité.



Dédicace

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma chère mère Salima qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.

A celui qui s'est sacrifié pour moi, celui qui m'a toujours encouragée et soutenue moralement tout au long de mon parcours, celui qui a toujours été présent pour moi, mon très cher père HASSANE.

A mon chère mari : Mohamed.

A mes chères sœurs : Meriem, Ahlem, Rania, Fatima.

A mes très chères frères : Abdelkader, Slimane, Mohamed amine, Youcef.

A mes petits : Imran, Yacoub, Isaak ,Alaa .

A ma grande mère : Fatna

A toute la famille hai et khelloufi.

Sans oublier mes collègues de la promotion 2022-2023.

Fatima Zohra



Dédicace

Au début, je tiens à remercier dieu de m'avoir donné du courage et de la patience de but réalisation ce modeste travail que je dédie :

A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma chère mère Farida qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.

Tu es l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et prier pour moi. Sans toi rien n'aurait été possible, que dieu puisse te préserver t'accorder te donner la santé, longue vie inçhalah.

A mon chère mari, pour la patience et le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes gratitude. Merci infiniment.

A mon très chère frère, pour ses encouragements et son soutien dans toute ma carrière d'étude dès le premier pas jusqu'à ce jour là et qui m'a appris la patience est le secret du succès.

A ma très chère sœur, et a toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

A tous les membres de notre promo de zeme année Master agroalimentaire et contrôle de qualité.

wissem

Résumé :

La grenade, en tant que fruit emblématique de la région, possède un potentiel considérable pour la valorisation économique et culturelle. Ses propriétés nutritionnelles et ses bienfaits pour la santé en font une ressource précieuse. Cependant, elle est confrontée à un problème de commercialisation et de conservation.

L'élaboration d'un sirop de grenade artisanal, les analyses physicochimiques et sensorielles de ce dernier ont été traités dans ce manuscrit dans le but de la valorisation des grenades.

Le taux d'humidité du sirop de grenade artisanal est de 30,81%, supérieure à celui du sirop de commerce où le taux d'humidité est de 24,43% et le pH égal à 3,63 nettement moins acide. Le sirop de grenade préparé contient 73% de sucres totaux, presque identique au sirop du commerce 73,90% avec une acidité estimée à 5,5 % contre 7,5% pour le sirop commercial.

Grâce aux analyses sensorielles, nous avons conclu que les deux sirops de grenades testés présentaient des caractéristiques physicochimiques et sensorielle relativement proches.

Les résultats de l'analyse sensorielle ont clairement démontré que le sirop de grenade artisanal (srp01) présente des caractéristiques sensorielles sans défaut ; une couleur naturelle, une odeur fruitée rappelant la grenade et une texture lisse avec un goût sucré.

Enfin, et en possession de ces données nous ne pouvons qu'inciter les gens à consommer le sirop de grenade pour ses avantages pour la santé et ses caractéristiques organoleptiques.

Mots clés : *Punica granatum*, grenadine, sirop de grenades, transformation, analyse sensorielle.

ABSTRACT

The pomegranate, which is an iconic fruit of the region, may be potent enough for economic and cultural value. Its nutritional benefits and benefits for healthy skin in a healthy resource. Independent, it was confronted with a problem of marketing and conservation. The elaboration of an artisanal pomegranate syrup, the physicochemical and sensory analyzes of the latter have been treated in this manuscript. The moisture content of artisanal pomegranate syrup is 30.81%, higher than that of commercial syrup where the moisture content is 24.43% and the pH is equal to 3.63 pure less acid. Prepared pomegranate syrup contains 73% of all sugars, present in commercial syrup 73.90% with an estimated acid number of 5.5% against 7.5% for commercial syrup. Thanks to the sensory analyses, we included the two pomegranate syrups tested which presented relatively similar physicochemical and sensory characteristics. The results of the sensory analysis clearly demonstrated that the artisanal pomegranate syrup (srp01) exhibits flawless sensory characteristics; A natural color, an aromatic fruit reminiscent of pomegranate, and a texture that does not taste sweet. Finally, and in possession of these data, we can only encourage people to consume pomegranate syrup for its health benefits and organoleptic characteristics.

Keywords: *Punica granatum* ,grenadine, pomegranate syrup, processing, sensory analysis.

ملخص:

تمتلك الرمانة، بوصفها فاكهة رمزية للمنطقة، إمكانات هائلة للتنمية الاقتصادية والثقافية. تجعل خصائصها الغذائية وفوائدها الصحية منها موردًا قيمًا. ومع ذلك، فإنها تواجه مشكلة في التسويق والحفظ. تمت مناقشة تحضير شراب الرمان المحلي والتحليل الفيزيائية والكيميائية والحسية لهذا الشراب في هذا الكتاب. تبلغ نسبة الرطوبة في شراب الرمان المحلي 30.81٪، وهو أعلى من نسبة الرطوبة في شراب التجارة الذي يبلغ 24.43٪، ويكون الحموضة فيه (الرقم الهيدروجيني) 3.63 وأقل حموضة بشكل واضح. يحتوي شراب الرمان المحضر على 73٪ من إجمالي السكر، وهو تقريبًا متطابق مع شراب التجارة الذي يبلغ 73.90٪، وتقدر الحموضة فيه بنسبة 5.5٪ مقابل 7.5٪ للشراب التجاري. من خلال التحاليل الحسية، استنتجنا أن كلا شرابي الرمان المختبرين يتمتعان بخصائص فيزيائية وحسية متقاربة نسبيًا. أظهرت نتائج التحليل الحسي بشكل واضح أن شراب الرمان المحلي (srp01) يتمتع بخصائص حسية خالية من العيوب؛ لون طبيعي ورائحة فاكهية تشبه الرمان وملمس ناعم مع طعم حلو. أخيرًا، وبناءً على هذه البيانات، لا يمكننا إلا تشجيع الناس على استهلاك شراب الرمان لفوائده الصحية وخصائصه الحسية.

الكلمات المفتاحية : *Punica granatum*، شراب الرمان، تحويل، تحليل حسي.

SOMMAIRE

Tables des illustrations

PARTIE 1. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION.....	1
1. La famille des lythracées :.....	5
2. Le genre <i>Punica</i> :.....	5
3. Historique	5
4. Description botanique et classification de l'espèce <i>Punica granatum</i>	6
5. La production de la grenade <i>Punica granatum</i>	10
6. Les facteurs écologiques liés à la culture du grenadier.....	11
7. La fructification et la récolte du fruit de la grenade.....	12
8. Utilisation et effets thérapeutiques de la grenade <i>Punica granatum</i>	13
9. Travaux antérieurs.....	13
9.1. Composition chimique de la grenade <i>Punica granatum</i>	13
9.2. Activités biologiques de la grenade <i>Punica granatum</i>	13
10. Les sous-produits de la grenade.....	18
11. La transformation technologique du jus de la grenade.....	19
12. Transformation biotechnologique.....	21

PARTIE 2. Matériel et méthode

1. Réalisation du sirop de grenade artisanal.....	23
1.1. Prélèvement et conservation des échantillons	23
1.2. Les étapes de préparation du sirop de grenade	24
2. Analyses physico-chimiques du sirop de grenade.....	27
3. Enquete sur l'appréciation du sirop de grenade	28
4. Analyse sensorielle	28

PARTIE 3. Résultats et discussion

Conclusion et perspectives	44
Références bibliographiques	47
Annexes	56

Liste des figures

Figure 01 : L'arbre de grenade <i>Punica granatum</i>	6
Figure 02 : Les feuilles de grenade <i>Punica granatum</i>	7
Figure 03 : les fleurs de grenade <i>Punica granatum</i>	7
Figure 04 : Le fruit de grenade <i>Punica granatum</i>	8
Figure 05 : La graine de grenade <i>punica granatum</i>	8
Figure 06 : Les plus grands pays producteurs de grenades au monde.....	10
Figure 07 : Photo des grenades utilisées pour l'élaboration du sirop de grenade	23
Figure 08 : Photo de l'obtention des graines de grenade.....	24
Figure 09 : Photo des graines de grenade une fois mixées.....	24
Figure 10 : Photo du jus obtenu après filtration.....	25
Figure 11 : Photo du filtrat des graines de grenade après mixage.....	25
Figure 12 : Photo du jus de grenade.....	26
Figure 13 : Photo de la mélasse de grenade après cuisson.....	26
Figure 14 : Répartition de la population selon le sexe.....	33
Figure 15 : Répartition de la population selon l'âge.....	34
Figure 16 : Répartition de la population selon leurs situations professionnelles.....	34
Figure 17 : Répartition de la population selon la consommation de la grenade fruit.....	35
Figure 18 : Répartition de la population selon les moments de consommation la grenade.....	35
Figure 19 : Répartition de la population selon les bienfaits de la grenade.....	36
Figure 20 : Répartition de la population selon les critères d'achat de la grenade.....	36
Figure 21 : Répartition de la population selon les catégories qui consomment plus la grenade.....	37
Figure 22 : Répartition de la population selon la connaissance ou pas du sirop de grenade....	37
Figure 23 : Répartition de la population selon les critères d'achat de nouveau produit « le sirop de grenade ».....	38
Figure 24 : Répartition de la population d'après leurs observations du sirop de grenade dans les supermarchés.....	38
Figure 25 : Répartition de la population selon les prix du sirop de grenade proposés.....	39
Figure 26 : Répartition de la population selon les appréciations sur le sirop de grenade.....	39
Figure 27 : diagramme aspect et couleur des 2 sirops de grenade.....	41
Figure 28 : diagramme de l'odeur des 2 sirops de grenades.....	41
Figure 29 : diagramme de la texture et la consistance des 2 sirops de grenade.....	42
Figure 30 : diagramme de gout des 2 sirops de grenade.....	42

Liste des tableaux

Tableau 01 : La production de grenade en Algérie.....	11
Tableau 02 : Les résultats des analyses physicochimiques et sensorielles du sirop de grenade.....	31
Tableau 03 : Analyse sensorielle du sirop de grenade	40

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Dans le monde, les plus importants pays producteurs de grenades sont les pays d'Orient dont l'Iran, la Turquie, l'Inde mais aussi dans la zone méditerranéenne la Tunisie, le Maroc, l'Algérie, l'Espagne et l'Italie.

En Algérie la culture de la grenade est très développée et la production de grenade est en nette augmentation ces dernières années, montrant un regain d'intérêt pour ce fruit oublié depuis plusieurs décennies (**Hassen et al., 2021**).

Dans le but de résorber l'excédent de la production de grenades et d'inciter à la consommation de ces fruits, les industries agroalimentaires ont procédé à la transformation de ces fruits avec comme objectif prioritaire de conserver le plus longtemps possible les caractéristiques physico-chimiques et nutritionnelles du produit frais, d'élargir la gamme proposée et de fournir des dérivés de haute qualité (**Betioui, 2017**).

Les grenades ont différents sous-produits selon des utilisations différentes (Huile de pépins de grenade, Thé de grenade, sirop de grenade et jus de grenade) (**Almuammar et Khan, 2012**).

La grenadine est un sirop de grenade rougeâtre préparé, à l'origine, avec du jus de grenades. Or, dans le commerce, rares sont actuellement les sirops de grenadine à base de véritable jus de grenades. Cependant, cette boisson délicieuse et rafraichissante gagne en popularité pour ses bienfaits pour la santé et son gout unique (**Cherif et al., 1992**).

L'élaboration d'un sirop de grenade artisanal est un processus qui allie tradition et innovation pour créer une boisson de qualité supérieure (**Patel et Rawal, 2018**).

Dans cette expérimentation, nous explorerons les différentes étapes de la fabrication d'un sirop de grenade artisanal, en nous appuyant sur des références bibliographiques pour mieux comprendre les principes fondamentaux et les bonnes pratiques. Ainsi, nous serons en mesure de comprendre et d'apprécier la complexité et l'attention portée à chaque détail pour obtenir un sirop de qualité supérieure.

Notre manuscrit comporte les parties suivantes :

1^{ère} partie : la synthèse bibliographique qui contient des généralités sur les grenades.

2^{ème} partie : la partie expérimentale dans laquelle nous décrivons les procédures de fabrication du sirop de grenade, réalisation d'analyses physico-chimiques et une analyse sensorielle a été

INTRODUCTION

réalisé grâce à un questionnaire et une étude comparative du sirop de grenade artisanal et commercial.

3^{ème} partie : une discussion des résultats se basant sur les analyses physico-chimiques et les appréciations de la population sélectionnée lors de l'analyse sensorielle des 2 sirops de grenade.

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. La famille des lythracées :

1.1. Description de la familles des lythracées :

La famille des Lythracée est une famille de plantes dicotylédones qui compte 620 espèces. Ce sont des arbres ou des vivaces ou annuelles, dont certaines sont aquatiques. Les Lythracée ligneuses n'existent qu'entre les tropiques ou en zone méditerranéenne comme le grenadier *Punica granatum* L. (Moualkia et Gourmati, 2015).

Contrairement à toutes les autres Myrtales qui sont à majorité tropicales, les Lythracée comportent des représentants dans les régions à hivers froids. La famille est représentée en Algérie par la salicaire commune (*Lythrum salicaria* L., une plante des bords des étangs, des fossés et de lieux humides, à feuilles opposées étroites et fleurs rouges à six pétales, groupées en longs épis terminaux, très répandue) ou par la châtaigne d'eau (*Trapa natans* L.).

2. Le genre *Punica* :

La grenade porte le nom de pomme punique, c'est le *Malum punicum* de Pline, ou pomme de Carthage. Elle sera alors renommée *Punica granatum*. *Punica* en souvenir des guerres puniques ou peut-être pour *puniceus* qui signifie rouge écarlate en latin, et *granatum* pour la multiplicité des graines contenues dans le fruit (Elodie, 2009).

3. Historique :

La grenade est le fruit du grenadier *Punica granatum*. Ce petit arbre dense est Originaire du bassin méditerranéen, de l'ouest de l'Asie et du Moyen-Orient, où il est cultivé depuis 5000 à 6000 ans. Son nom est dérivé du latin « *granatum* », qui signifie « fruit du grain » (Assurance qualité internationale collective, 1996). Les grenades sont souvent mentionnées dans la mythologie grecque, ainsi que la Bible et le Coran, attestent que le fruit était connu et mangé pendant des milliers d'années. Outre la dimension symbolique qu'elle porte, la grenade aussi à l'époque était apprécié pour les propriétés insectifuges de son écorce, mais aussi pour sa pulpe Grâce à son écorce coriace.

La grenade s'est ainsi propagée rapidement à l'est (Asie) et à l'ouest (bassins méditerranéen), grâce au noyau du fruit. Cet arbre fruitier a un peu poussé aujourd'hui Partout dans le monde, dans des climats chauds et secs (Calin Sanchez et al., 2005).

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

4. Description botanique et classification de l'espèce *Punica granatum* :

4.1. Description botanique

L'arbre du grenadier (**figure 1**) se présente comme un petit arbre de 3 à 4 m. de hauteur, donnant de nombreux rejets, on le trouve plus souvent sous forme de cépée, qu'avec une tige unique. Les rameaux sont grêles, parfois épineux (**Benoit, 2013**). Il croît majoritairement dans toute la région méditerranéenne, de façon spontanée ou cultivée (**Quezel et Djaziri, 2017**).



Figure 01 : L'arbre de grenade *Punica granatum* (**Quezel et Djaziri, 2017**).

Les feuilles du grenadier sont caduques, opposées, et disposées sur les rejets comme ils peuvent être en touffes sur les pousses courtes, glabres sur les deux faces. Caractérisées par la couleur vert foncé de la face supérieure et à nervure médiane nettement déprimée. La face inférieure, vert clair, montre une nervure médiane très saillante. Ces feuilles entières (**figure 2**), brillantes, lancéolées, assez coriaces, présentent un limbe elliptique allongé, de 3 à 8 cm de long. de sommet obtus ou allongé, munies d'un court pétiole rougeâtre (**GODET, 1991**).



Figure 02 : Les feuilles de *Punica granatum* (Original, 2022).

Les fleurs axillaires, solitaires ou parfois disposées par deux, présentent un calice épais, coriace, tubuleux et turbiné à 6 lobes triangulaires. La corolle d'un rouge éclatant est formée de 5 à 7 pétales obovales. Elles sont appelées aussi balaustes (quand elles sont sous forme de boutons), Les fleurs sans odeur sont sèches, de saveur astringente et âpre et donnent à la salive une teinte violacée (Melgarejo et al., 2003 ; In Djaziri, 2017).



Figure 03 : les fleurs de *Punica granatum* (Bouras, 2019).

Le fruit possède dans ses différentes parties de nombreux composés chimiques d'une valeur biologique élevée : écorce, membranes blanches, arilles et pépins (Calin et al., 2005). Le fruit du grenadier, la grenade, est un balauste, baie complexe presque ronde et charnue de la taille

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

d'une pomme ou d'une orange (Chakass et al., 2007). Elle mesure entre 6 et 12 cm de large alors que le poids varie entre 200 et 650 grammes (Holland et al., 2009 ; Pande et al., 2016).



Figure 04 : Le fruit de *Punica granatum* (Calin Sanchez et al., 2005).

La graine est la partie comestible du fruit (figure 5). Cette baie renferme de nombreuses graines contenues dans des loges, séparées par des cloisons ténues et membraneuses. Toutes ces graines possèdent un mésocarpe charnu et gélatineux, acidulé et sucré.

Composé d'un tégument externe pulpeux et très succulent, et un tégument interne dur et coriace, courtement funiculées, deviennent plus ou moins anguleuses par compression réciproque (Bartels, 1998).



Figure 05 : La graine de *Punica granatum* (Newman et al., 2007).

4.2. Classification :

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Le grenadier *Punica granatum* a été décrit par Linnaeus et introduit dans sa classification en 1753. Voici la classification selon **Mohamed Amine Ben Abdennebi (2012)** aboutissant à la classification phylogénétique APGII, qui comprend 457 familles regroupées en 45 ordres.

Embranchement : spermaphytes
Sous embranchement : Angiosperme
Classe : *Magnoliopsida*
Ordre : *Myrtales*
Famille : *Punicaceae*
Genre : *Punica*
Espère : *P. granatum*



4.3. Les variétés de grenade :

Il existe un grand nombre de variétés de grenades qui ne se différencient pas seulement par leur morphologie, mais aussi par leur composition physicochimique, en particulier par leur teneur en sucre, en acide, vitamine C, en polyphénols et leur rendement en jus. Selon cette composition en sucre et en acide, les variétés sont souvent réparties en grenades aigres, aigres-douces et douces (**Megarejo et al., 2003**).

En effet, il existe plus de 1000 variétés de *Punica Granatum*. La taille du fruit, la couleur de l'écorce et des graines, la dureté des pépins, la teneur en jus, l'acidité et l'astringence ainsi que la période de maturation sont les critères les plus utilisés pour les distinguer (**Stover et Mercure, 2007**) :

- ✓ Couleur de la peau : du rouge foncé au jaune pâle rosé.
- ✓ Couleur des arilles : du rouge très foncé au rose transparent (peu commercialisé).
- ✓ Goût des arilles : acide ou doux.

5. La production de la grenade *Punica granatum* :

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

5.1. Dans le monde :

En 2020, la superficie du grenadier dans le monde a été estimée à environ 300.000 ha donnant lieu à une production d'environ 2,5 millions de tonnes de grenades. Actuellement, les plus grands pays producteurs de grenade sont l'Inde, la Turquie, les États Unies, la Chine, l'Iran, l'Afghanistan et l'Égypte (**Bennis et al., 2021**).

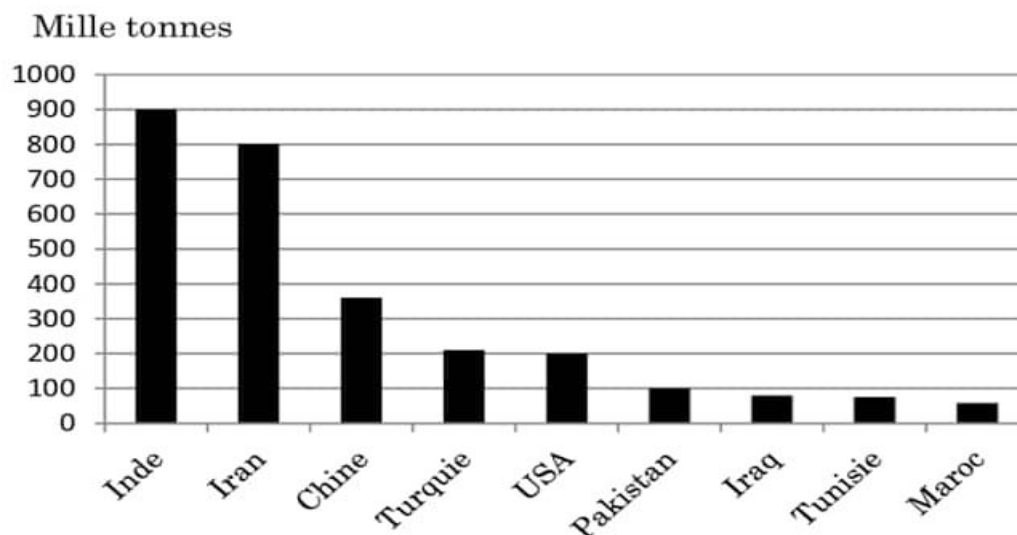


Figure 06 : Les plus grands pays producteurs de grenades au monde (**Bennis et al., 2021**).

5.2. En Algérie :

Selon la Direction des Services Agricoles (**DSA, 2018**), la production totale de grenade en Algérie est 421 136 Qx. On remarque que la wilaya de Mostaganem enregistre une grande production avec 186 261 Qx, suivi par Djelfa 110 760 Qx. La wilaya de Tlemcen est classée la cinquième en termes de production de grenade soit 1590 Qx.

La production de la grenade en Algérie ainsi que sa superficie sont enregistrées dans le tableau ci-dessus.

Tableau 01 : La production de grenade en Algérie (**DSA, 2018**).

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

	Superficie plantée (Ha)	Superficie en rapport (Ha)	Production (Qx)
Djelfa	1240	1186	110 760
Mostaganem	1140	1145	186 261
Relizane	723	705	90 565
M'sila	486	474	31 960
Tlemcen	444	205	1 590

6. Les facteurs écologiques liés à la culture du grenadier *Punica granatum* :

Le grenadier est une plante très facile à cultiver du moment qu'elle dispose de lumière et de chaleur suffisante (Pierre, 2013). Il est très résistant et s'acclimate très bien dans de nombreux milieux. Cependant, respecter au mieux ses exigences assurera au grenadier une bonne croissance et une bonne fructification.

6.1. Conditions climatiques

Les conditions climatiques optimales pour la croissance des grenades existent dans les climats de type méditerranéen. Il s'agit notamment d'une forte exposition à la lumière du soleil, des hivers doux avec des températures minimales ne descendant pas en dessous de 12°C ; et des étés secs et chauds sans pluie au cours des derniers mois de l'année (Levin, 2006).

Le grenadier aujourd'hui s'adapte à de nombreux climats, dans les régions subtropicales et tropicales chaudes où la période des températures élevées correspond au moment de la maturité des grenades (Erkan et al., 2011).

Néanmoins le grenadier exige beaucoup d'eau et de fraîcheur pour ses racines et c'est seulement dans ces conditions qu'il donne beaucoup de fruits de bonne qualité (Anne, 2019). Les arboriculteurs turcs et perses disent que le grenadier doit avoir « les pieds dans l'eau et la tête au soleil ». En effet, il est nécessaire que ses racines soient au frais et largement irriguées, afin d'obtenir des fruits de bonne qualité et en grande quantité (Wald, 2009).

6.2. Conditions édaphiques

Le grenadier est une espèce connue pour sa tolérance au calcaire et à la salinité. Sa tolérance à la sécheresse est relative et se fait au détriment de sa croissance végétative et de sa fructification. Les meilleurs résultats des plantations sont obtenus dans des sols alluvionnaires profonds Disposer d'une quantité d'eau suffisante (bord d'écoulement). Les sols argilo-limoneux irrigués conviennent également à la culture des grenades (**Ahmed, 2004**).

7. La fructification et la récolte du fruit du grenadier *Punica granatum* :

7.1. La fructification

Le grenadier fructifie à partir de la 3^{ème} année, mais la production devient significative à partir de la 4^{ème} année. Le rendement augmente durant les 10 à 20 premières années de la culture (selon le degré d'intensification). Le rendement de l'arbre dépend beaucoup des conditions du terrain, de la taille, ainsi que de la variété. (**Kamilia et dhejina, 2022**). La floraison s'étale sur une longue période de 50 à 70 jours allant de mai à juillet.

Les fruits de la première floraison sont ceux ayant un meilleur taux de nouaison (90 %) et qui donnent les plus gros fruits. Le développement des fruits nécessite entre 120 et 160 jours. La maturité des fruits a lieu fin septembre à fin octobre, certaines variétés mûrissent en novembre (**Anne, 2019**).

7.2. La récolte

Les grenades sont disponibles dès la fin de l'automne (**Dubois, 2006**). Il est prudent de cueillir les grenades entre fin-août pour les variétés les plus précoces et mi-novembre pour les plus tardives (**Anne, 2019**) avant qu'elles ne soient complètement mûres, lorsque leur écorce commence à virer au rouge (**Afaq et al., 2005**). Pour éviter que le fruit se fende sur l'arbre dans les automnes pluvieux.

7.3. La conservation du fruit

- **À température ambiante** : les grenades entières se conservent plusieurs jours. Cependant, elles ne mûrissent pas davantage. N'attendez pas trop longtemps après avoir récolté les fruits pour les consommer, sinon, la pulpe rouge autour des graines va se dessécher (**Anne, 2019**).

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

- **Au réfrigérateur** : conservez-les à l'intérieur d'un sac en papier kraft pour éviter le dessèchement. Une telle méthode donne une un mois de conservation supplémentaire.
- **Au congélateur** : La grenade peut se conserver entre 3 et 6 mois en chambre froide lorsqu'elle est stockée dans des conditions favorables.

Les baies peuvent être conservées à température de (3 à 5°C et 80% HR) (**Dorine, 2022**).

8. Utilisation et effets thérapeutiques de la grenade *Punica granatum* :

La grenade peut être considérée comme un aliment fonctionnel, définis comme les aliments qui ont des composants bénéfiques pour la santé et réduisent le risque de souffrir de maladies (**Roberto, 2015**). Elle est une riche source de deux types de composés polyphénoliques : les anthocyanes qui donnent au fruit et au jus leur couleur rouge, et les tanins hydrolysables qui représentent 92 % de l'activité antioxydante de l'ensemble du fruit (**Erkan et al., 2011**).

Les cultures anciennes ont compris les effets bénéfiques du grenadier sur la santé. Les produits issus de toutes les parties du grenadier, y compris les fruits, l'écorce, les fleurs, les racines et les feuilles, étaient utilisés pour le traitement médical d'un grand nombre de maladies et d'affections humaines (**Holland et al., 2009**). La recherche médicale moderne a évalué la bioactivité du jus de grenade et de divers extraits de grenade contre les maladies coronariennes, cancers (de la peau, du sein, de la prostate et du côlon), inflammation, hyperlipidémie, diabète, les troubles cardiaques, l'hypoxie, l'ischémie, le vieillissement, les troubles cérébraux, et le SIDA (**Shishodia et al., 2006**).

9. Travaux antérieurs :

9.1. Composition chimique de la grenade *Punica granatum* :

La composition chimique de la grenade varie selon les espèces et au sein d'une même espèce. Elle dépend des conditions de culture, de la qualité du sol, du climat, des irrigations, et de la période de récolte. La grenade contient dans ses différentes parties de nombreux composés chimiques d'une valeur biologique élevée : écorce, membranes blanches, jus, et graine (**Hassen et al., 2021**).

9.1.1. L'écorce

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Parmi les graines, la peau et le jus, la peau est le constituant qui possède la plus haute teneur en polyphénols tels que les tanins, les flavonoïdes et l'acide ellagique, principalement responsable de > 50 % des propriétés antioxydantes de ce fruit (**Eleonora, 2015 ; Lansky et al., 2007**).

L'écorce de grenade représente environ 40% du fruit. Elle contient deux importants acides hydroxybenzoïques, l'acide gallique et l'acide ellagique tels que les ellagitannins, la punicalagine et la punicaline. Elle renferme également des acides hydroxycinnamiques, des dérivés de flavones, des molécules de coloration jaune et des anthocyanidines, responsables de la couleur rouge des grenades (**Lansky et al., 2007**).

9.1.2. La graine

La grenade est un fruit dont une seule partie est comestible : uniquement l'arille. La partie comestible représente 52% du poids du fruit, et chaque arille se compose de 78% de pulpe et de 22% de pépins (**Yildiz, 2009**).

L'huile extraite des graines de grenade contient 80% d'acide Gras insaturées, acides gras avec au moins une double liaison. Cette huile se compose aussi d'acides gras saturés, qui ne présentent aucune double liaison, comme les acides palmitiques et stéariques (**Lansky et al., 2007**). Elle est composée à environ 63,5 % d'acide punicique. Le pépin contiendrait en outre la plus forte concentration d'œstrone du règne végétal, environ 17 mg/kg de graines séchées (**Storey, 2007**).

9.1.3. Le jus

Comme de nombreux jus de fruits, le jus de grenade contient des sucres tels que le glucose, le fructose et le saccharose, des acides organiques tels que l'acide citrique, l'acide ascorbique, l'acide gallique et l'acide ellagique, et des acides aminés (**Erkan et al., 2011**). Le jus est également riche en vitamines dont les plus importantes sont la vitamine C et la vitamine A avec des concentrations variant entre 4 et 6 mg/100g. La grenade a aussi une concentration assez importante en minéraux (**Hmid et al., 2013**).

Parmi les différents composés qui peuvent être clairement étiquetés comme produits de jus, les acides organiques et les composés phénoliques sont probablement les plus utiles en raison de leur omniprésence, spécificité et diversité (**Hmid et al., 2013**).

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

9.2. Activités biologiques de la grenade *Punica granatum* :

Ce fruit suscite un intérêt croissant car il est considéré comme un produit fonctionnel très utile dans l'alimentation humaine, car il contient plusieurs groupes de substances utiles pour la réduction des risques de maladie. Le jus de grenade a été proposé comme agent chimiopréventif, chimiothérapeutique, antiathérosclérotique et anti-inflammatoire. C'est pourquoi sa consommation a connu une croissance fulgurante. Sa capacité antioxydante commerciale est trois fois plus élevée que celle du vin rouge et du thé vert (**Mustafa et al., 2008**).

9.2.1. Activité antioxydante :

Les extraits d'écorce présentent la capacité antioxydante la plus élevée (**Mihaela et al., 2022**). La capacité antioxydante du jus de grenade, comme celle d'autres fruits, dépend du cultivateur, de la région de culture, du climat, de la maturité et des pratiques culturales. Ces antioxydants polyphénoliques peuvent agir de différentes manières, notamment en piégeant les radicaux, en décomposant les peroxydes et les cations métalliques chélatés, et qui semblent inhiber le développement de l'athérosclérose (**Mustafa et al., 2008**).

9.2.2. Activité anti-inflammatoire :

Plusieurs recherches montrent que l'activité anti-inflammatoire des extraits de *Punica granatum* peut s'expliquer en partie par la présence dans le fruit des composés polyphénoliques comme les tanins hydrolysables et les flavonoïdes (**Zarfeshany et al., 2017**). Comme pour la plupart des tanins hydrolysables présents dans la grenade, il a été démontré que l'acide ellagique et les gallotanins, communément appelés punicalagines, inhibent la prolifération des cellules cancéreuses humaines et régulent l'inflammation en raison d'une activité antioxydante élevée (**Seeram et al., 2005**).

9.2.3. Activité antidiabétique :

La consommation de jus de grenade réduit considérablement le stress oxydatif chez les patients diabétiques sans affecter les indicateurs du diabète. **Esmailzadeh et ses collaborateurs (2006)** ont montré que les fleurs de grenade ont un bon effet sur le diabète. **Katz et al. (2007)** ont démontré que l'extrait aqueux de la peau de grenade était significativement hypoglycémique, en augmentant le taux d'insuline et le nombre de cellules β pancréatiques chez les rats diabétiques induits par l'alloxane.

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

9.2.4. Activité antimicrobienne :

L'écorce du fruit de *Punica granatum* possède une activité antibactérienne considérable. La combinaison unique de tanins et d'alcaloïdes dans cette écorce, et leur effet synergique, peuvent expliquer l'activité antibactérienne que l'on ne trouve pas dans d'autres fruits également riches en tanins et en alcaloïdes. Les polyphénols de grenade ont des effets antiviraux et antibactériens intéressants (Neurat et al., 2004).

Al-Zoreky (2009) a montré que l'extrait méthanolique 80% des peaux de grenade était un inhibiteur efficace contre *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Esherichia coli* et *Yersinia enterocolitica*. Cette activité antimicrobienne de cet extrait est due, au moins partiellement, à la présence des polyphénols (Lairini et al., 2014).

9.2.5. Activité antiulcéreuse :

L'extrait d'écorce de *Punica granatum* présente un effet gastroprotecteur significativement supérieur. Il ressort également que l'extrait hydroalcoolique de grenade a montré une activité protectrice supérieure à celle du médicament commercial (Améprazole), ceci est interprété par une diminution de la surface ulcérée. Cela indique que l'extrait testé possède un meilleur profil pharmacologique que l'Améprazole ce qui nous laisse suggérer que l'extrait agit en inhibant le degré d'ulcération (Kamilia et dhejina, 2022).

9.2.6. Activité anticancéreuse :

Les cellules cancéreuses ont la capacité de redevenir des cellules saines par un processus appelé différenciation. Les flavonoides peuvent induire cette différenciation, ce qui les rend intéressant pour le traitement de la leucémie, mais aussi des cancers du sein, de la prostate (Kawaii and Lansky, 2004) et l'intestin (Heber, 2006). Ainsi, les fractions riches en polyphénols de grenade présentent des activités antiprolifératives, antiinvasives, antiarachidiques, antiangiogéniques et proapoptotiques contre les cellules cancéreuses du sein et de la prostate. Une étude des promyélocytes de leucémie humaine (HL-60) a montré que les extraits riches en flavonoïdes, l'un du jus de grenade fermenté et l'autre de l'écorce de grenade, étaient des puissants promoteurs de différenciation, tandis que l'extrait de jus de grenade frais est assez faible. L'extrait de grenade inhibe également la prolifération des cellules cancéreuses, le jus fermenté et l'extrait d'écorce de grenade sont plus efficaces (Kawaii et Lansky, 2004).

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

9.2.7. Action préventive des maladies cardiovasculaires

Les propriétés thérapeutiques potentielles du grenadier sont très variées et incluent traitement et prévention du cancer et les maladies cardiovasculaires. L'activité protectrice des polyphénols apportée par l'alimentation contre les maladies cardio-vasculaires est due à leur capacité à inhiber l'oxydation des LDL. Les polyphénols de grenade peuvent protéger les LDL contre l'oxydation à médiation cellulaire par deux voies, y compris l'interaction directe des polyphénols avec la lipoprotéine et/ou un effet indirect par accumulation de polyphénols dans les macrophages artériels (Aviram et al., 2002).

9.2.8. VIH

Le jus de grenade contient des inhibiteurs d'entrée du VIH-1 ciblés sur l'enveloppe du virus correspondant à une classe de médicaments antirétroviraux encore rares en développement. La PJ contient plusieurs ingrédients qui auraient une activité anti-VIH, par exemple : l'acide caféique, l'acide ursolique, la catéchine et la quercétine (Robert, 2004).

9.2.9. Autres propriétés de la grenade *Punica granatum*

Punica granatum est un fruit riche en flavonoïdes, anthocyanes, acide punique, ellagitannins, alcaloïdes, fructose, saccharose, glucose, acides organiques simples. La grenade peut être utilisée dans la prévention et le traitement de plusieurs types de cancer, de maladies d'arthrose, de polyarthrite rhumatoïde, problèmes de peaux, des effets dentaires, d'Alzheimer, et d'autres maladies. De plus, il améliore la cicatrisation des plaies et est bénéfique pour le système reproducteur. La grenade peut induire ses effets bénéfiques grâce à l'influence de ses divers constituants et métabolites biodisponibles sur l'expression des gènes. Bien que beaucoup d'essais cliniques et sur des animaux ont été menés pour examiner et prouver les effets thérapeutiques de ces composés (Aida et al., 2014).

10. Les sous-produits de la grenade *Punica granatum*

Toutes les parties du grenadier (racines, écorce, feuilles, fleurs, couenne et graines) peuvent être transformées en produits à valeur ajoutée pour une utilisation médicinale, industrielle et cosmétique (Almuammar et Khan, 2012 ; Dhinesh et Ramasamy, 2016).

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

- L'huile de pépins de grenade :

Il s'agit d'une huile obtenue à partir des pépins de grenade, qui est riche en acides gras insaturés et en antioxydants. Cette huile est utilisée dans l'industrie cosmétique et pharmaceutique (Alvarez-Suarez *et al.*, 2019).

- La teinture à partir de grenade :

Cette teinture est obtenue à partir de la peau de grenade et est utilisée comme colorant naturel dans l'industrie alimentaire (Ahmed, 2021).

- La poudre de la peau de grenade :

La poudre de peau de grenade est un sous-produit qui est obtenu après le pressage des fruits. Elle est riche en antioxydants et en fibres, et peut être utilisée comme ingrédient fonctionnel dans les aliments (Othman, 2017).

- Les cosmétiques à base de grenade :

Les extraits de grenade sont utilisés dans l'industrie cosmétique pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Ils sont utilisés dans les produits pour la peau et les cheveux (Tadini, 2021).

-Usage ornemental :

Utilisés pour décorer les jardins ou former des haies. En effet, le grenadier possède de très belles fleurs colorées d'une grande valeur ornementales (Stover et Mercure, 2007).

- Les compléments alimentaires à base de grenade :

Ces compléments alimentaires sont fabriqués à partir d'extraits de grenade et sont utilisés pour leurs propriétés antioxydantes et antiinflammatoires (jurenka, 2009).

- Le jus de grenade :

Le jus de grenade est un produit populaire qui est consommé pour ses bienfaits pour la santé. Il est riche en vitamines, en antioxydants et en polyphénols (Neves *et al.*, 2021).

11. La transformation technologique de la grenade :

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

11.1. Le triage :

Les fruits de grande taille bien mûrs avec une couleur attrayante sont facilement commercialisés tandis que les grenades de qualité inférieure présentant des troubles du fruit, tels que des enveloppes brûlées par le soleil, des fentes et des fissures, réduisent la commercialisation et l'acceptation par les consommateurs. Ce qui explique l'utilisation de ces fruits de moindre qualité qui ne peuvent pas être commercialisés pour la préparation des nouveaux produits tels que le jus de grenade (**Sangram et al., 2022**).

11.2. Le lavage :

Le lavage s'effectue à l'eau potable après avoir peser les grenades, afin d'éliminer la terre, les microorganismes, les traces de traitement phytosanitaire. Un lavage soigneux est important : puisque certaines méthodes favorisent le pressage avec la peau donc les risques de contamination sont élevés (**Hmid et al., 2013**).

11.3. Extraction du jus de grenade :

Le principal défi de l'extraction du jus est l'épluchage qui prend du temps et est irritant car les mains se tachent à cause des polyphénols et des enzymes d'oxydation. Pour l'extraction du jus, les fruits sont préparés en les faisant rouler sur une surface dure afin d'affaiblir les sacs de graines à l'intérieur du fruit.

La méthode de base pour l'extraction du jus implique l'ouverture du fruit, la séparation des graines et le pressage dans une presse à vis ou à panier. Dans une autre méthode, les fruits sont coupés en quatre et écrasés ou les fruits entiers peuvent être dans une presse hydraulique et le jus est filtré. L'extraction hydraulique du jus doit se faire à une pression inférieure à 100 psi afin d'éviter une extraction excessive des tanins de l'écorce qui sont responsables de l'astringence du jus de grenade. Les meilleurs résultats ont été obtenus en utilisant des fruits entiers compte tenu du temps et du coût (**Dhumal et al., 2014**).

11.4. La clarification :

La clarification ou le collage est l'une des étapes les plus importantes de la transformation des jus de fruits. Cette procédure permet d'éliminer les précurseurs actifs du trouble, réduire ainsi le risque de formation de trouble pendant le stockage, réduire la quantité de tanin, diminuer

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

l'astringence du produit et d'améliorer le goût du produit et enlever l'amertume (**Dhumal et al., 2014**).

L'ultrafiltration (UF) est un procédé simple pour la clarification et pour l'affinage de jus de fruits. Son objectif est d'éliminer les matières en suspension ainsi que les substances induisant trouble et turbidité pendant son stockage. Le prétraitement enzymatique permet de garantir l'hydrolyse complète des substances pectiques, de minimiser le risque d'encrassement des membranes coûteuses et d'éliminer/dégrader les composés polyphénoliques responsables de l'encrassement des membranes (**Semia et al., 2011**).

11.5. La pasteurisation :

La pasteurisation se fait selon un programme temps-température, qui peut varier, mais prend généralement 30 à 60 secondes. Pour les purs jus de fruits, la température est rapidement portée à 90-96°C dans un échangeur de chaleur tubulaire puis redescendue à basse température en 30 secondes environ, c'est la "flash pasteurisation" (**Ilham, 2013**). Dans le cas d'emballages en métal ou en verre, les deux étapes de pasteurisation et d'emballage peuvent être inversées. Le produit est emballé à froid avant la pasteurisation. Il est ensuite pasteurisé dans un pasteurisateur par trempage ou pulvérisation d'eau chaude sur l'emballage. L'échelle de pasteurisation devient plus longue et l'échange de chaleur est plus lent. Cette technique est plus longue et consomme plus d'énergie, mais elle permet une meilleure maîtrise des risques sanitaires car le jus est pasteurisé dans son emballage (**Ilham, 2013**).

11.6. Le conditionnement :

La sélection des matériaux d'emballage ainsi que le traitement influencent la qualité du jus, modifiant la couleur et la composition des nutriments pendant le stockage en raison du contact avec l'oxygène et de la transmission de la lumière au travers. Les cartons avec revêtement en polyéthylène basse densité (LDPE) ou les récipients en verre sont des matériaux couramment utilisés pour l'emballage des jus (**Dhumal et al., 2014**).

Dans le cas de conditionnement du jus après le traitement de la pasteurisation, le produit est refroidi à une température ambiante (17-22 °C) avant qu'il soit rempli dans des bouteilles ou des cartons et fermé les récipients en conditions aseptiques. Enfin les jus sont stockés dans des endroits frais, sec, aéré et à l'abri de la lumière (**Ilham, 2013**).

12. Transformation biotechnologique :

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Le processus de production de jus de grenade génère de grandes quantités de différents flux de sous-produits, des restes non comestibles d'origine végétale, composés principalement de solides biodégradables. La peau de grenade (l'écorce) et la graine de grenade sont des sources précieuses de composés phytochimiques bioactifs, dont la grande majorité détient un grand potentiel grâce à des processus appropriés pour être convertis en produits à valeur ajoutée.

La bioraffinerie est une installation, un processus ou même un groupe d'installations qui intègre de manière durable la biomasse dans un éventail de produits commercialisables, tels que les produits biochimiques, l'énergie et les carburants.

Le bioraffinage industriel est une nouvelle stratégie de conversion des déchets en produits à valeur ajoutée. Le développement de nouvelles bioraffineries pour la valorisation des pelures et des graines de grenade permettra de résoudre plusieurs problèmes de gestion des déchets, tout en donnant naissance à de nouveaux produits finaux tels que des composés antioxydants, des ingrédients diététiques, des prébiotiques et plusieurs ingrédients fonctionnels, ainsi que des enzymes industrielles et des protéines unicellulaires. Étant donné que la production des produits susmentionnés a une valeur économique élevée et de nombreuses applications dans le secteur alimentaire, et qu'elle répond également à la demande sociale de production de produits bénéfiques pour la santé, la valorisation des écorces et des graines de grenade par le biais de modifications chimiques ou de l'utilisation de microbes est un domaine d'un grand intérêt (**Dimou et al., 2017**).

MATERIEL ET MÉTHODES

MATERIEL ET MÉTHODES

1. Réalisation du sirop de grenade artisanal

Le sirop de grenade industriel est principalement préparé en ajoutant du sucre au jus de grenade pour créer une consistance plus épaisse et une saveur plus sucrée. Il est souvent utilisé comme édulcorant naturel dans les boissons, les cocktails, les desserts et les sauces (Rosenblat et al., 2006).

Dans le cadre de notre mémoire nous avons procédé à la fabrication d'un sirop de grenade artisanal à partir de jus de grenade sans ajout de sucre.

1.1.Prélèvement et conservation des échantillons

Les grenades ont été obtenues au marché chez un primeur de la wilaya de Tlemcen. Notre choix s'est porté sur des grenades fraîches et non cabossées, après les avoir peser nous les avons nettoyé et conservé au réfrigérateur pour la préparation du sirop de grenade.



Figure 07 : Photo des grenades utilisées pour l'élaboration du sirop de grenade (Photo originale, 2023).

MATERIEL ET METHODES

1.2. Les étapes de préparation du sirop de grenade

- Les grenades ont été nettoyées avec une brosse afin d'enlever la poussière ou les débris de terre. Ensuite, nous avons coupé les grenades aux 2 extrémités et découpé des quartiers en incisant la peau comme pour éplucher une orange.
- Nous avons complètement ouvert 4 grenades, retiré le centre et tapé le dessus à l'aide d'une cuillère pour faire tomber les graines dans un bol (figure 08). Cette méthode permet de récupérer un maximum de graines en évitant d'en mettre partout.



Figure 08 : Photo de l'obtention des graines de grenade (photo originale, 2023)

- Nous avons versé les graines dans un robot mixeur et mixé de manière à obtenir le jus (figure 09).



Figure 09 : Photo des graines de grenade une fois mixées (Photo originale, 2023).

MATERIEL ET MÉTHODES

- Une fois les graines de grenades mixées, nous avons versé le jus obtenu dans un bol muni d'une passoire pour le filtrer (figure 10).



Figure10 : Photo du jus obtenu après filtration (**Photo originale, 2023**).

- Après filtration, nous avons récupéré les graines pour les écraser à la main afin de récupérer le jus restant (figure 11).



Figure11 : Photo du filtrat des graines de grenade après mixage (**Photo originale, 2023**).

-Après avoir obtenu le jus de grenade à l'étape précédente, nous l'avons versé dans une casserole pour le cuire sur feu moyen durant 20 à 25 minutes. Si une écume se forme, la retirer avec une cuillère et laisser bouillir doucement en mélangeant régulièrement (figure 12)

MATERIEL ET METHODES



Figure12 : Photo du jus de grenade (photo originale, 2023).

-Le sirop de grenade ou la mélasse de grenade est prête lorsque le jus a bien diminué et que nous obtenons comme un sirop. Conserver la mélasse encore liquide dans un récipient et laisser refroidir, elle va épaissir (figure 13).



Figure13 : Photo du sirop de grenade après cuisson
(Photo originale, 2023).

MATERIEL ET MÉTHODES

2. Analyses physico-chimiques du sirop de grenade :

Suite à l'élaboration du sirop de grenade artisanal il nous a paru indispensable d'effectuer les analyses physicochimiques pour mieux apprécier et identifier le produit obtenu. Bien que le laboratoire de l'université aurait pu être une option préférable en termes de coût et de commodité, il n'était malheureusement pas disponible en raison de circonstances imprévues. Il a été décidé alors de faire appel à un laboratoire privé. Ces laboratoires, généralement spécialisés dans des domaines spécifiques agro-alimentaires, détergents ou cosmétiques, offrent des prestations d'analyse et disposent d'équipements de pointe ainsi que d'experts qualifiés pour mener à bien les tests et les mesures requises. En optant pour le laboratoire privé de BIOLAB EXPERTISE Laboratoire d'analyse de la qualité et de conformité, situé aux oliviers KIFFANE section 73 lot N° 97 local D, il était possible de garantir la continuité des analyses et de respecter les délais, tout en assurant des résultats précis et fiables.

2.1. Humidité

Principe : La teneur en matière sèche du sirop de grenade a été déterminée par dessiccation d'une masse d'essai en g dans une capsule en aluminium placée dans une étuve à une température de 105°C jusqu'à obtention d'un poids constant (**Audigié et al., 1984**).

2.2. Acidité titrable

Principe : Le titrage de l'acidité du sirop de grenade se fait avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH 0,1 N) en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré (**AFNOR, 1974**).

2.3. pH :

Principe : Le pH de l'échantillon a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre, qui est un instrument de mesure couramment utilisé pour déterminer l'acidité ou la basicité d'une solution.

2.4. Sucres totaux

Principe : Le dosage des sucres totaux a été réalisé selon la méthode de **Dubois et al. (1956)**. Le principe est basé sur la formation d'une coloration jaune-rouge avec le

MATERIEL ET MÉTHODES

phénol et l'acide sulfurique dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration des sucres.

3. Enquete sur l'appréciation du sirop de grenade

Nous avons effectué une enquete sur l'appréciation et la consommation du fruit de la grenade puis sur les connaissances des gens sur le sirop de grenade. Cette enquête a été réalisé grâce à un questionnaire (annexe 01) partagé en ligne le 11/05/2023, les gens ont été inviter à participer à cette enquête a l'aide des réseaux sociaux (Facebook, Instagram...etc.) par le lien suivant :

Logiciel Google Forms : nous avons utilisé ce programme pour formuler les questions de notre questionnaire, et l'utilisation de ce dernier été privilégiée pour ses possibilités de mises en forme (questions filtres, réponses obligatoires...) et paramètres (fermeture du questionnaire, récupération des données...).

4. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle demeure aujourd'hui une approche indispensable à l'évaluation de la qualité d'un produit alimentaire. Étroitement associée à la caractérisation des propriétés physicochimiques, elle peut être un outil d'aide à la maitrise de la qualité et de la formulation des produits transformés.

L'objectif visé de cette analyse est de déterminer les propriétés organoleptiques de notre produit et la préférence du consommateur. Au cours de ce test, nous nous sommes intéressées à l'aspect visuel, olfactif et les sensations en bouche perçues lors de la consommation du produit.

a-Séance de dégustation :

La séance de dégustation a été réalisée au niveau d'une salle au département de Biologie de l'UABBT, à la maison auprès de nos familles ainsi que dans le laboratoire de recherche des produits naturels LAPRONA.

Dans le but d'obtenir une meilleure sensibilité des dégustateurs, la séance de travail fut organisée entre 9heures et 11heures.

Les dégustateurs se sont rincés la bouche au début de la séance et après chaque dégustation pour garder la sensibilité constante.

MATERIEL ET MÉTHODES

Afin d'éviter les phénomènes de saturation, des petites quantités de chaque échantillon ont suffi pour évaluer les paramètres sélectionnés.

Toutes les dégustations se sont déroulées en notre présence pour donner plus d'explication, ainsi que pour s'assurer du bon déroulement de la séance.

b -Le recueil des résultats :

Le recueil des résultats est effectué sur une fiche de notation(annexe 02).

c-Traitement des résultats :

Les résultats obtenus de l'analyse sensorielle sont illustrés dans un tableau pour tous les paramètres analysés puis transformation en histogrammes.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Analyse physico-chimique

La grenade *Punica granatum* est un fruit riche en antioxydant, en vitamines (notamment la vitamine C) et en minéraux. Plusieurs études ont été menées pour évaluer les bienfaits potentiels de la grenade sur la santé. Certaines recherches suggèrent que la consommation de jus de grenade peut avoir des effets bénéfiques, tels que la réduction de l'inflammation, la protection contre les maladies cardiovasculaires, le soutien de la santé cognitive et la prévention de certains types de cancer (**Patel et Rawal, 2018**).

Cependant, il convient de noter que la plupart de ces études portent sur la consommation de jus de grenade plutôt que sur le sirop de grenade.

Ce mémoire peut être considéré comme un travail préliminaire sur les éventuels bienfaits du sirop de grenade.

Le tableau 2 ci-dessous, présente les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur le sirop de grenade artisanal élaboré par nous même et servent de comparatif avec le sirop de grenade du commerce.

Tableau 02 : Les résultats des analyses physicochimiques des sirops de grenade artisanal et commercial

Paramètre	Le sirop de grenade artisanal	Le sirop de grenade commercial
Sucre totaux	73%	73,90% (Yusuf, 2007)
Acidité titrable	5,5 %	7,5 % (Sema, 2020)
pH	3,63	1,75 (Yusuf, 2007)
Humidité	30,81	24,43 % (Yusuf, 2007)

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les taux de sucre du sirop de grenade commercial et le sirop de grenade expérimental sont assez proches 73,90% et 73% respectivement. Cela indique une teneur élevée en sucre dans les deux types de sirop et peut être due à l'évaporation de l'eau pendant la production et la concentration des glucides dans le produit final (**Yusuf et al., 2007**).

L'analyse de l'acidité titrable a révélé 7,5% pour le sirop de grenade commercial contre 5,5% pour le sirop de grenade artisanal. Nous pouvons constater une différence de 2%.

Selon la norme relative au sirop de grenade, l'acidité titrable doit être de 7,5 % au minimum, c'est ce qui est le cas pour l'échantillon provenant du commerce. Cette différence est justifiée par la variété de grenade utilisée et l'évaporation appliquée à la production ont entraîné une augmentation de l'acidité (**Bigé et al., 2010**). Quant à l'acidité titrée du sirop fait maison, elle est faible ceci est un indicateur de maturité du fruit, car la plupart des acides organiques (c'est-à-dire l'acide citrique, l'acide malique et l'acide acétique) diminuent pendant la maturation des fruits (**Viyar et al., 2017**).

La Phmétrerie était de 1,75 pour le sirop acheté contre 3,63 pour le sirop préparé. Cette différence est assez importante et peut être due à des différences dans les méthodes de production et de conservation, en particulier la filtration et la clarification (**Yusuf, 2007**). En effet, la valeur du pH peut varier en fonction du type de fruit de la grenade, de la teneur en sucre, de la quantité d'acide organique et de la région où elle pousse. En outre, les différentes applications dans la production influent sur la valeur du pH, et donc sur le caractère aigre-doux (**Sema, 2020**).

Une différence significative a été perçue dans l'évaluation de la teneur en humidité, car 24,43% contre 30,81% pour les sirops du commerce et artisanal respectivement. Par conséquent, le sirop préparé contient plus d'eau que le deuxième. Ceci peut s'expliquer par le temps de concentration du sirop, la conservation ou à une différence dans les méthodes de production (**Bigé et al., 2010**).

Il est important de noter que les résultats peuvent varier considérablement en fonction de la variété du fruit du grenadier utilisé, des méthodes de production et de conservation, ainsi que de nombreux autres facteurs (température, matériels ...) (**Viyar et al., 2017**). Il est donc difficile de faire une comparaison exacte entre un sirop commercial et un sirop fait maison.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Cependant, les résultats indiquent que la mélasse de grenade issue du commerce a une acidité plus élevée et un pH plus faible que la mélasse faite maison, ce qui peut avoir un impact sur son goût et sa qualité.

En revanche, la mélasse de grenade faite maison contient plus d'eau, ce qui peut également affecter sa qualité et sa conservation à long terme (**Khaled, 2017**).

En général, les résultats de la présente étude indiquent que les variations physico-chimiques des cultivars peuvent jouer un rôle important dans la sélection de génotypes d'élite pour la transformation des aliments (**Viyar et al., 2017**).

2. Enquête sur l'appréciation du sirop de grenade

Les résultats obtenus sont exprimés sous forme de graphes et en pourcentage selon la nature de chaque question (Voir annexe 01). La population ayant répondu au questionnaire est constituée majoritairement de femmes avec un pourcentage de 66.7 et de 33.3% d'hommes.

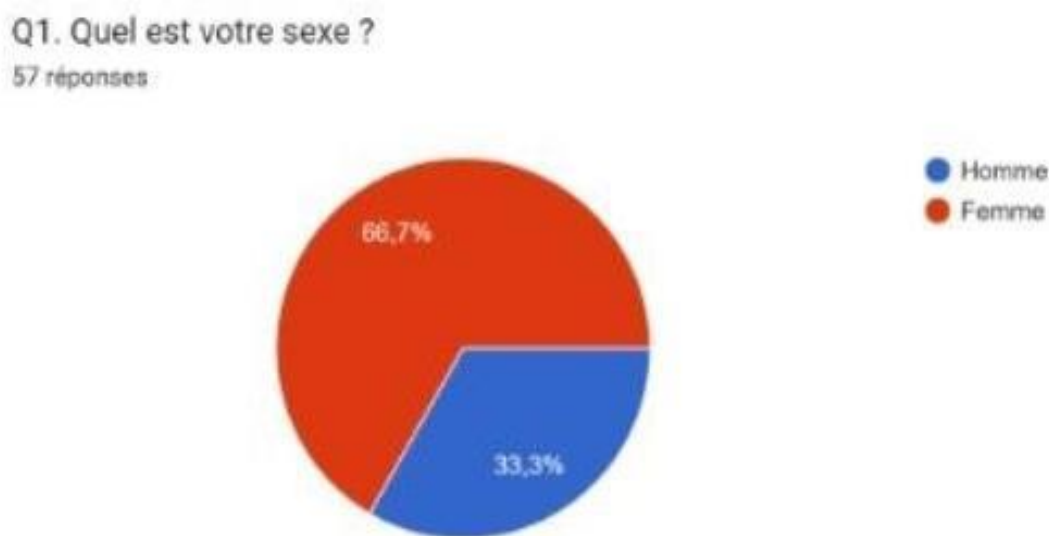


Figure14 : Répartition de la population selon le sexe.

La figure 16 montre bien la diversité des personnes ayant participé à cette étude âgées de 20 à plus de 35 ans.

Cette population est représentée en grande partie par la tranche d'âge 20-25 ans à hauteur de 52.6%, suivie par la tranche d'âge de 25-35 ans avec un pourcentage égale à 36.8 et enfin les plus de 35 ans (10,5%).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Q2. Quel âge avez-vous ?

57 réponses

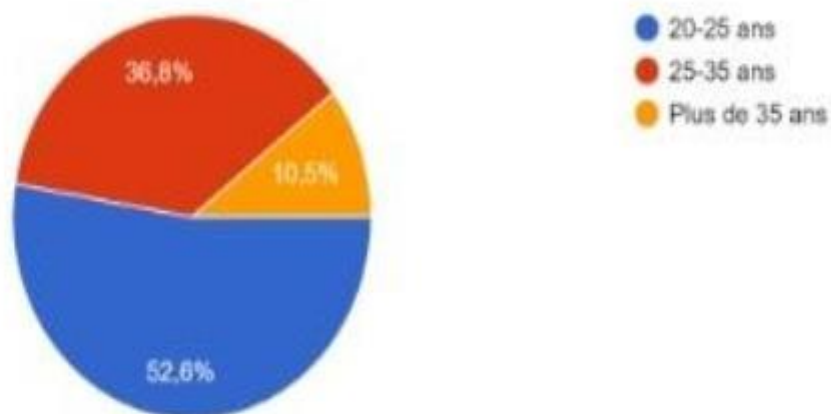


Figure15 : Répartition de la population selon l'âge.

D'après la figure 17 nous constatons que les étudiants étaient les plus intéressés par ce questionnaire et y ont répondu à hauteur de 52% suivi par des personnes sans emploi avec 25% et des cadres ou fonctionnaires à 12,5%.

Q3. Quelle est votre situation professionnelle ?

56 réponses

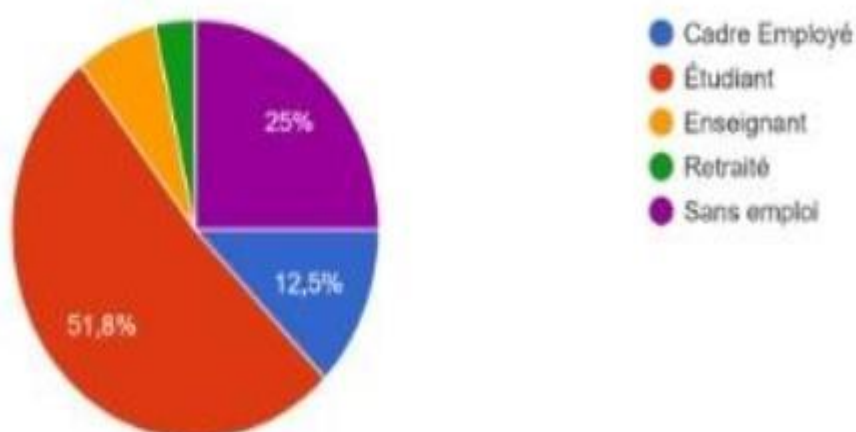


Figure 16 : Répartition de la population selon leurs situations professionnelles.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Presque toutes les réponses étaient positives à hauteur de 94.6% concernant la consommation de la grenade sous forme de fruit.

Q4. Consommez-vous de la grenade autant que fruits?

56 réponses



Figure 17: Répartition de la population selon la consommation de la grenade en fruit.

60% de la population consommerait la grenade en fruit le soir et 34.5% déclarent l'apprécier lors du repas du midi.

Q5. A quel moment vous consommer la grenade ?

55 réponses

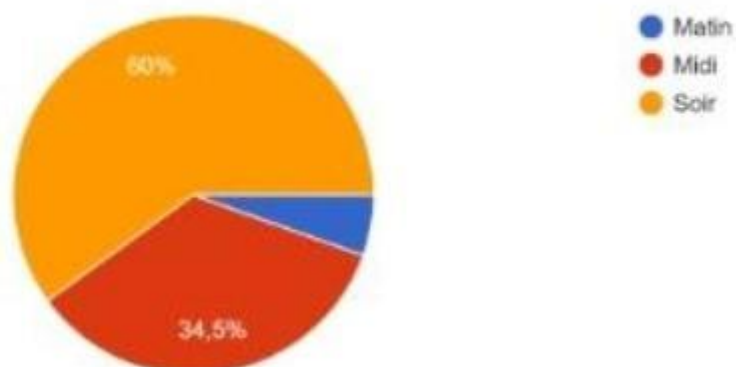


Figure 18 : Répartition de la population selon les moments de consommation la grenade.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

En cohérence avec le nombre de personnes qui consomment le fruit (94,6%), le taux des personnes connaissant les bienfaits de ce dernier est tout aussi important 92,9%.

Q6. Saviez-vous que la grenade aide à maintenir la santé ?

56 réponses

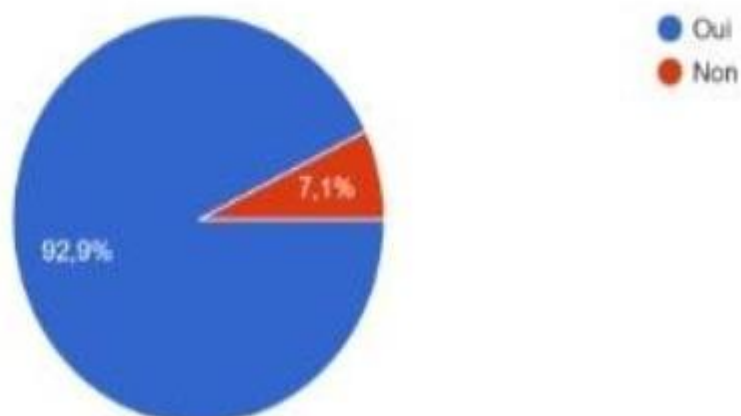
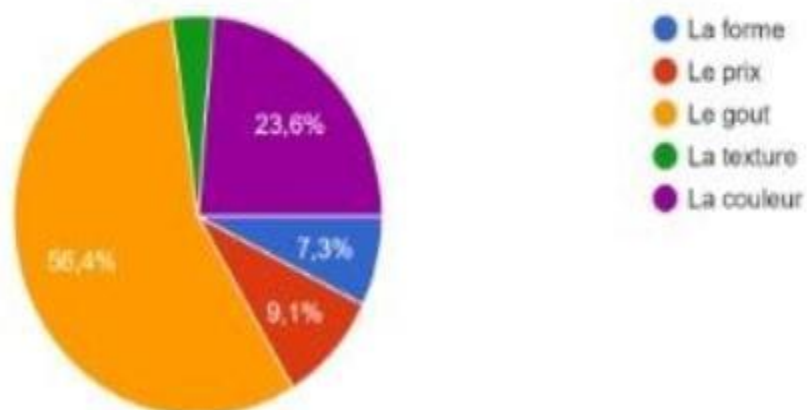


Figure19 : Répartition de la population selon les bienfaits de la grenade.

56,4% de la population achètent la grenade selon le gout en priorité et 23,6% selon la couleur 9,1% selon le prix et enfin 3,7% selon la forme du fruit.

Q7. Quels sont vos principaux critères pour l'achat de grenade ?

55 réponses



RÉSULTATS ET DISCUSSION

Figure 20 : Répartition de la population selon les critères d'achat de la grenade.

Selon la figure 22, 69.1% de la population déclarent que toutes leurs familles consomment la grenade en fruit et 21.8% précisent que ce sont plus des adultes.

Q8. Dans votre entourage, quelles sont les personnes qui consomment plus la grenade ?
55 réponses

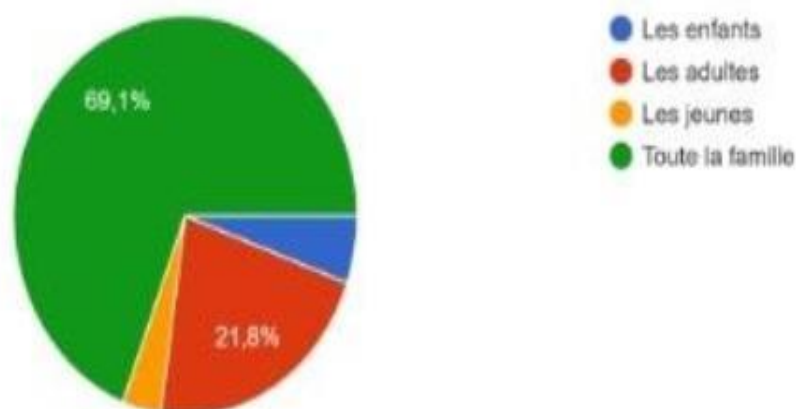
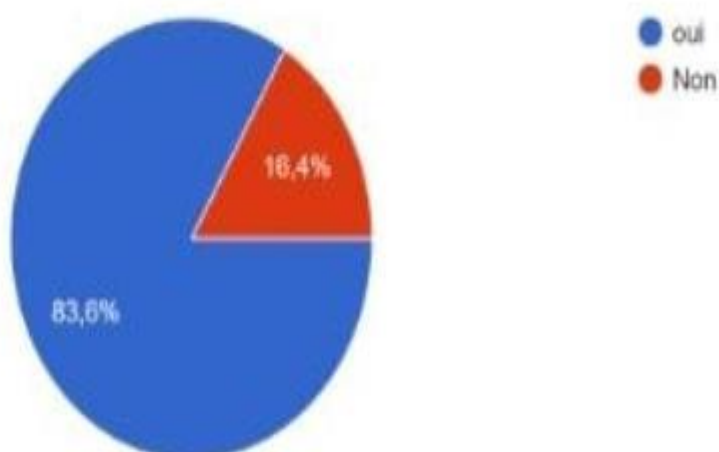


Figure 21 : Répartition de la population selon les catégories qui consomment le plus la grenade.

Nous avons pu constater grâce à la figure 23 que 83.6% c'est-à-dire une grande majorité des questionnés connaissaient l'existence du sirop de grenade contre 16,4%.

Q9. Connaissez-vous le sirop de grenade ?
55 réponses



RÉSULTATS ET DISCUSSION

Figure 22 : Répartition de la population selon la connaissance

Des gens du sirop de grenade.

50.9% des réponses attestent l'achat du sirop de grenade une fois en promotion et 43.4% suite à la publicité et 5.7% par internet.

Q10. Qu'est -ce qui vous encourage le plus à acheter un nouveau produit ?

53 réponses

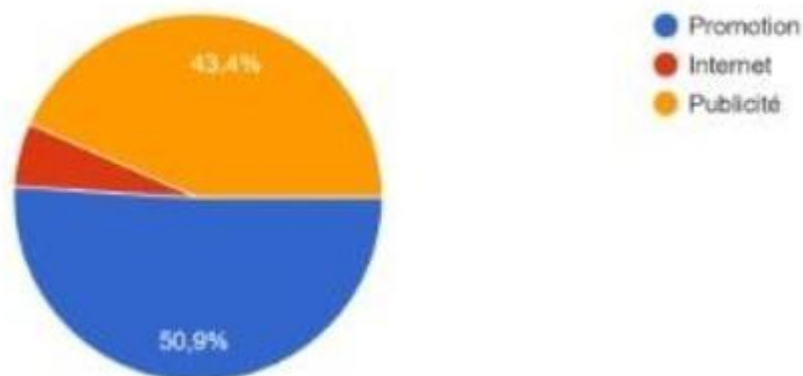


Figure 23 : Répartition de la population selon les critères d'achat de nouveau produit « le sirop de grenade ».

81.8% des personnes ayant répondu semblent prêter attention au sirop de grenade sur les rayons des supermarchés contre 18,2 %. 98.2% attestent être prêt à acheter le sirop de grenade.

Q11. Avez-vous déjà eu l'occasion de voir le sirop de grenade dans les supermarchés ?

55 réponses

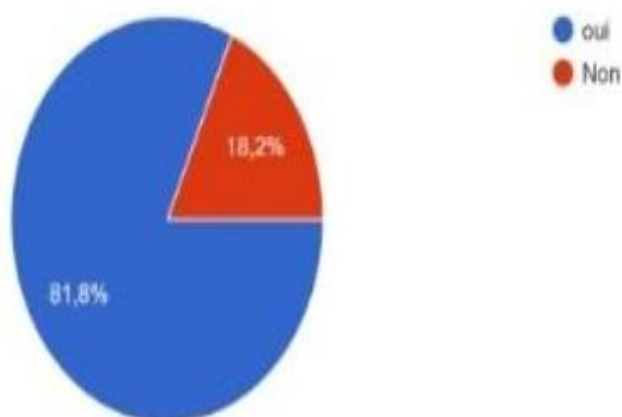


Figure 24 : Répartition de la population d'après leurs observations dans les supermarchés.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Concernant les trois prix suggérés pour 0.5 litre de sirop de grenade : le prix a été estimé entre (150 da-200da) par 54.6% de la population suivi par les prix entre (100da-150da) ; (200-250d) à 25.5% et 20% respectivement.

Q14. Quel prix seriez-vous prêt à payer pour ce produit de 500g ?

55 réponses

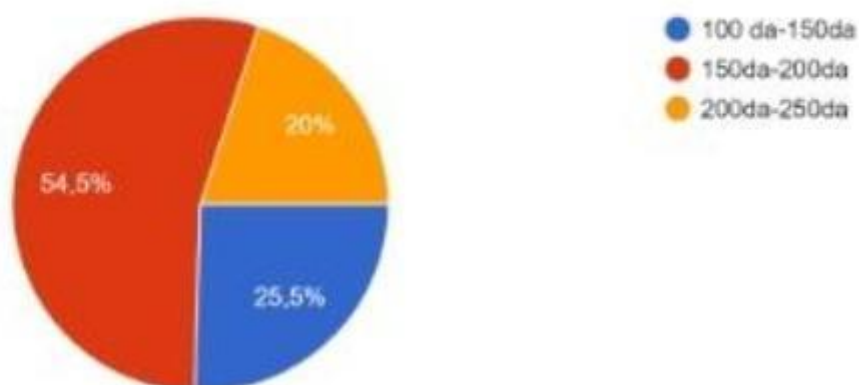


Figure 25 : Répartition de la population selon les prix du sirop de grenade proposés.

Cette question a révélé les appréciations du sirop de grenade chez les différentes personnes questionnées en indiquant que le sirop était sucré à hauteur de 41,5% suivie d'une consistance liquide à 32,1% et épaisse à 20,8%.

Q15. Quelle est votre appréciation en le dégustant ?

53 réponses

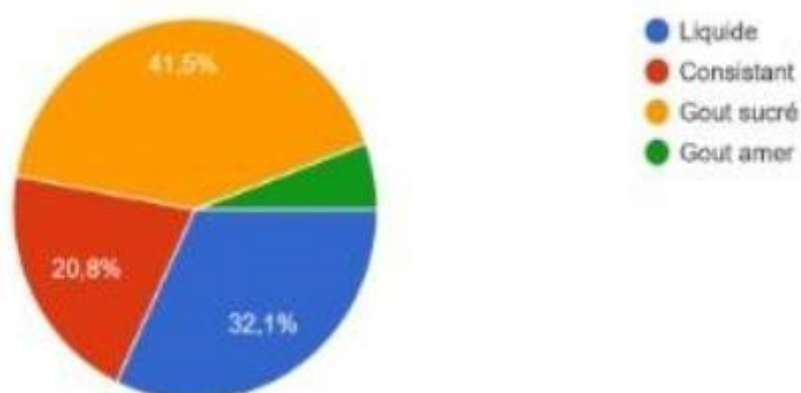


Figure 26 : Répartition de la population selon les appréciations

RÉSULTATS ET DISCUSSION

du sirop de grenade.

3. Analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle sert à évaluer l'appréciation et la qualité du produit par la population en analysant les propriétés organoleptiques du sirop de grenade à savoir la couleur, l'odeur, le goût et la texture (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Analyse sensorielle pour sirop de grenade.

	Attributs	Srp01	Srp02
Aspect et couleur	Sombre	15	35
	Claire	43	17
	Naturelle	50	10
Odeur	Odeur fruitée de grenade	50	10
	Odeur de caramélisation	5	55
Texture et consistance	Dur	0	35
	Mou	0	12
	Lisse	49	11
Goût	Sucré	53	7
	Acide	20	40
	Goût de grenade	45	15
	Amer	0	25

Srp01 : échantillon de notre sirop de grenade produit ; Srp02 : échantillon de produits de sirop de grenade disponible en magasins.

3.1. Aspect et couleur :

Dans la figure 28, le srp01 correspond au sirop de grenade artisanal et le srp02 correspond au sirop de grenade commercial.

Le panel de dégustation dans sa majorité à 50% a jugé que la couleur du sirop naturelle est claire vis-à-vis des produits disponibles sur le marché 43%.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

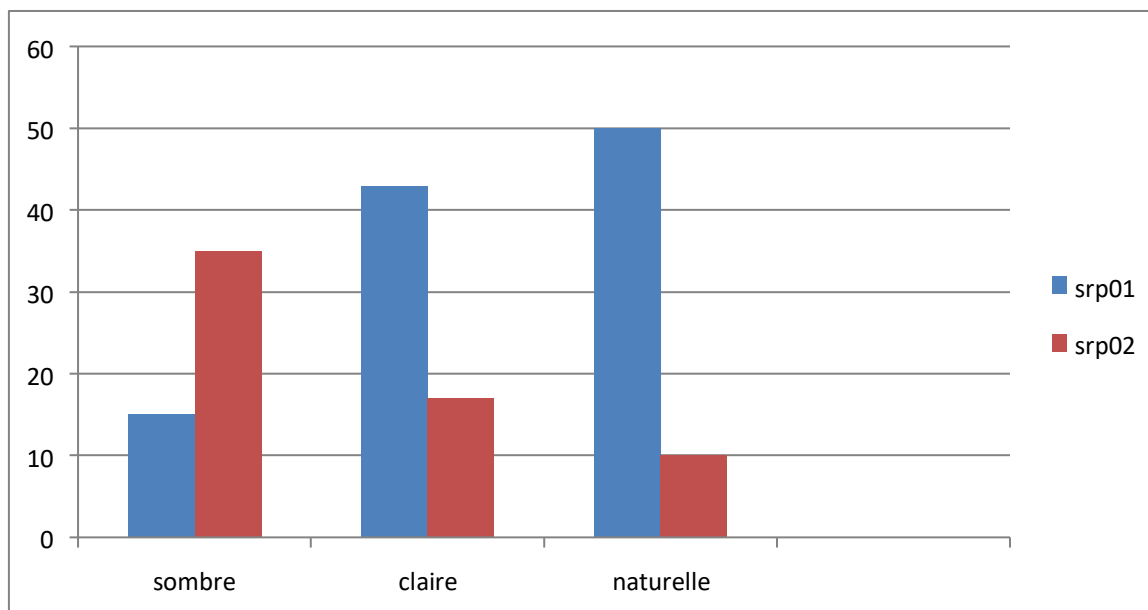


Figure 27 : Aspect et couleur des 2 sirops de grenade.

3.2. Odeur :

Les panélistes ont détecté que le sirop 01 a une odeur fruitée avec un pourcentage de 50% mais le sirop 02 a été déclarée à 55% avoir une forte odeur de caramélisation.

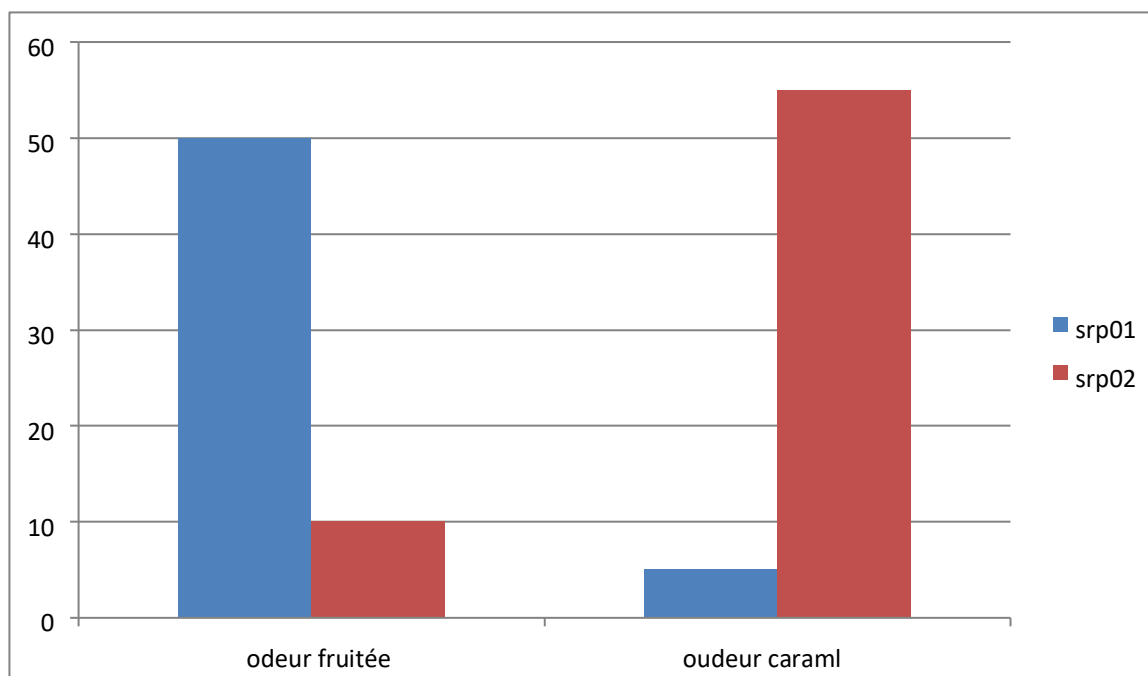


Figure 28 : Odeur des 2 sirops de grenade.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.3. Texture et consistance :

Le sirop artisanal a été jugé à l'unanimité avoir une texture lisse (43%).

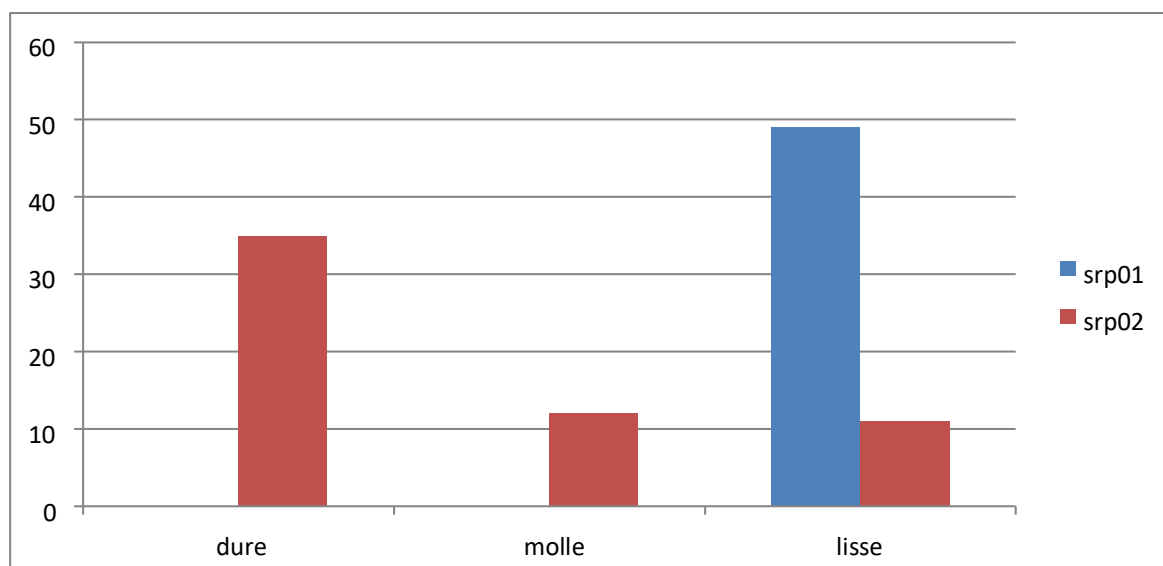


Figure 29 : La texture et la consistance des 2 sirops de grenade.

3.4. Le gout :

Les résultats obtenus montrent que les goûts les plus représentatifs du sirop 01 sont le goût sucré et le goût de grenade. Le sirop 02 marque par son goût acide.

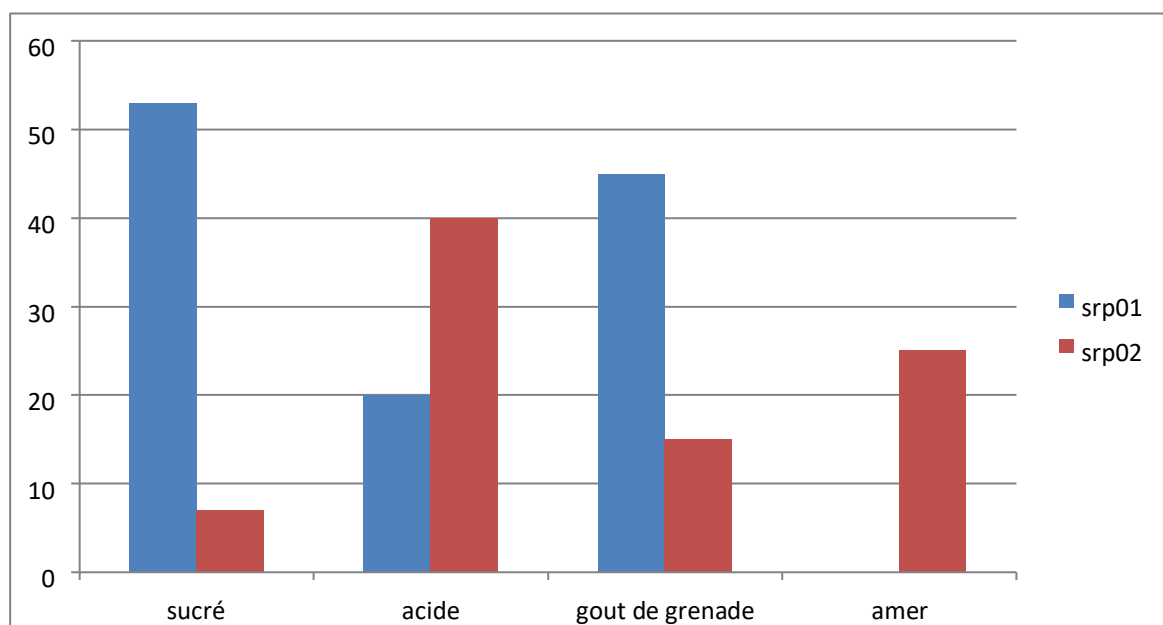


Figure 30 : Le gout des 2 sirops de grenade.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La grenade *Punica granatum* est un fruit qui présente un intérêt significatif dans différents domaines.

Sur le plan écologique, la grenade est appréciée pour sa résilience et sa capacité à s'adapter à différents climats. Elle est aussi réputée pour ses propriétés médicinales. Elle est riche en antioxydants, en particulier en polyphénols, qui ont démontré des effets bénéfiques sur la santé, tels que la réduction de l'inflammation, la protection contre les maladies cardiovasculaires et le renforcement du système immunitaire (**Stover et Mercure, 2007**).

En ce qui concerne la composition chimique, la grenade est une source de nutriments essentiels tels que les vitamines et les minéraux. Elle contient également des composés phytochimiques, tels que les anthocyanes, les ellagitanins et les acides phénoliques, qui contribuent à ses propriétés médicinales ce que lui donne des propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires qui peuvent être préservées même en transformant le fruit en jus par des méthodes d'extraction et de filtration (**Calin et al., 2005**).

Ce mémoire a expérimenté la fabrication d'un sirop de grenadine à la maison pour le comparer avec un sirop commercial grâce aux analyses physicochimiques et sensorielles. Aussi, ces dernières ont montré que notre sirop de grenade révèle des résultats typiques pour ce produit permettant de fournir des informations détaillées, contribuant ainsi à une meilleure compréhension de sa qualité, de sa composition et de son acceptabilité.

Ainsi, en tenant compte de nos données nous pouvons citer que le sirop de grenade préparé présente une forte teneur en sucres totaux, une acidité modérée, un pH acide et un taux d'humidité approprié.

Concernant l'enquête sur l'appréciation du sirop de grenade, les gens ont déclaré acheter et consommer le sirop de grenade et l'apprécier pour son goût et ses bienfaits, en plus de le trouver sucré avec une consistance liquide appréciée.

Les résultats de l'analyse sensorielle confirment qu'il est sensoriellement sans défaut, caractérisé par une couleur naturelle, une odeur fruitée rappelant la grenade et une texture lisse avec un goût sucré. Ces caractéristiques peuvent contribuer à l'attrait et à la préférence des consommateurs pour ce sirop.

Ces informations permettent d'évaluer la qualité de ce sirop et de mieux comprendre ses caractéristiques chimiques et sensorielles. Cependant, la comparaison entre les 2 sirops a mis

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

en évidence l'importance de la standardisation des méthodes de production et d'analyse pour garantir une qualité constante des produits. Cela est particulièrement important pour les produits commerciaux, où la qualité et la sécurité alimentaire doivent être garanties pour les consommateurs (**Viyar et al., 2017**).

En conclusion, le savoir-faire vis-à-vis de la valorisation des grenades reste méconnues et peu exploité sur le plan scientifique malgré les valeurs économiques et culturelles. A cet effet, ce savoir mérite une attention particulière pour un développement durable et intégré basé sur l'utilisation des ressources biologiques locales de l'Algérie.

En perspective, nous souhaiterions encourager la recherche scientifique dans ce domaine, afin de mieux comprendre les différentes variétés de grenades disponibles en Algérie, d'explorer de nouvelles applications et de développer des méthodes de transformation innovantes.

La recherche pourrait se concentrer sur des domaines tels que l'extraction de composés bioactifs, la production de jus, de sirops ou d'autres dérivés à partir de la grenade, ainsi que sur l'étude de ses applications potentielles dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Reference bibliographique

-A-

Afaq F, Malik A, Syed D, Maes D, Matsui MS, & Mukhtar, H. (2005). Pomegranate fruit extract modulates UV-B-mediated phosphorylation of mitogen-activated protein kinases and activation of nuclear factor kappa B in normal human epidermal keratinocytes paragraph sign. *Photochemistry and Photobiology*, 81 : 38-45.

Almuammar MN, Khan F. (2012). Obesity: The preventive role of the pomegranate (*Punicagranatum*). *Nutrition*, 28(6): 595-604.

Al-Zoreky NS. (2009). Antimicrobial activity of pomegranate (*Punicagranatum* L.) fruit peels. *International Journal of Food Microbiology*, 134 : 244-248.

Alvarez-Suarez JR, Gasparrini S, Forbes-Hernandez D, Mazzoni MG, Afrin S, González-Paramás MI & Battino M. (2019). La composition et l'activité biologique des formulations nutraceutiques produites à partir de différentes parties de la plante de grenade. *Revue internationale des sciences moléculaires*, 20(18) : 4351.

Aviram M, Dornfeld L, Kaplan M, Coleman R, Gaitini D, Nitecki S, Hofman A, Rosenblat M, Volkova N, Presser D, Attias J, Hayek T, Fuhrman B. (2002). Pomegranate juice flavonoids inhibit low-density lipoprotein oxidation and cardiovascular disease: studies in atherosclerotic mice and in humans. *Drugs Under Exp. Clin. Res*, 28 : 49– 62.

-B-

Baklouti S, Ellouze-Ghorbel Raoudha, Mokni A, Chaabouni S. (2011). Clarification of pomegranate juice by ultrafiltration: study of juice quality and of the fouling mechanism. *Fruits*, 67: 215–225

Bartels A Guide des plantes du bassin méditerranéen. Editions Ulmer. 1998. 352.

Ben Abdennebi MA. (2012). Le grenadier tunisien (*Punica granatum*) stimule le transport de glucose dans les cellules musculaires C2C12 via la voie insulino-dépendante de l'Akt et la voie insulino-indépendante de l'AMPK. Mémoire., Fac. Med. Tunis, 82p.

Bendjabeur S. (2012). Evaluation du pouvoir antioxydant et antimicrobien des extrait végétaux (cas de la grenade *Punica granatum* L.) en vue de leur utilisation alimentaire, mémoire de magister, Ecole nationale supérieur agronomique El-harrach Alger, P212.

Reference bibliographie

Bennis A, Bajoub A, AJAL EA. (2021). La culture du Grenadier au Maroc, Acop_Tech ENA Meknès: Technologie et Chimie des Aliments et des Coproduits de l'Agroindustrie. Faculté de Médecine et de Pharmacie, Rabat Faculté de Médecine et de Pharmacie, Rabat, 3pages, 1P.

Benoit B, Tela B. (2013). Base de données Nomenclature de la flore en France. BDNFF.

Betioui M. (2017). Etude de la possibilité d'amélioration de la culture et de la production du Grenadier commun, *Punica granatum* L. dans la région de Tlemcen, Université De Tlemcen, P80.

Bige İncedayi, Canan Ece Tamer, Ömer Utku Çopur. 13.01.2010. A Research on the Composition of Pomegranate Molasses. Department of Food Engineering, Faculty of Agriculture, Uludag University

Bouras N. (2019). fleurs médicinales du monde ; in :« Le grenadier (*Punica granatum*) :fleur historique et évolutions thérapeutiques récentes ». Thèse pour obtenir le grade de Docteur en pharmacie. Nancy : université HENRI POINCARÉ Nancy 1, 2019.

.

-C-

Calin Sanchez A, Carboneli Banaching AA. (2005). La grenade cultivées en Espagne Punicalogine anti-oxydante du jus de grenade et de l'extrait de grenade dans les l'aliment fonctionnelle du fruit. Livre. Natural ontioxydant granatum+ et université Miguel Hernandez (EDS), Murcia Espagne, 77p.

Çam M, HıSıl Y, Durmaz G. (2008). Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry*, 112: 721–726.

Cauchard P. (2013). La grenade, organisation de la filière, opportunités et contraintes pour son développement. Mémoire de fin d'étude, diplôme d'ingénieur de l'ISSAAHP d'Angers.

Chakass MA, Carbonnier-Jarreau MC, Verhille AM, Reduron JP. (2007). Étude palynologique de trois variétés du grenadier (*Punica granatum*) au Liban. *Acta Botanica Gallica*, 154(1) : 27-42.

Charalampia D and Koutelidakis AE. (2017). From Pomegranate Processing By-Products to Innovative value added Functional Ingredients and Bio-Based Products with Several Applications in Food Sector. *BAOJ Biotech*, 3: 1 3: 025

Chérif JK, Ayed N, Tlili T, Ben Amor T, Nafti A (1992) Teneur des anthocyanes dans les grenades de Tunisie. *Ann de l'Inrat*, 65 (1,2), :207- 211.

Reference bibliographique

-D-

Djaziri A. (2017). Contribution à l'étude phytochimique et L'évaluation de l'activité antioxydant dans le jus de grenade (punica granatum .l), Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen, Mémoire de master, P63.

Dhinesh KV, Ramasamy D. (2016). Pomegranate Processing and Value Addition: Review. *Journal of Food Processing & Technology*, 07. 10.4172/2157-7110.1000565.

Dhumal SS, Karale AR, Jadhav SB and Kad VP. (2014). A Review “Recent Advances and the Developments in the Pomegranate Processing and Utilization”. *Journal of Agriculture and Crop Science*, 1(1):1-17.

Dorine A. (2022). Article : Grenade : Comment savoir quand ce fruit est mûr ? Voici 5 faits à connaître pour réussir votre cueillette!. Ctendance ‘jardin’.

Dossin AL. (2019). PRODUIRE DES GRENADES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE en région provence-alpes-côte d’azur ». Les agriculteurs bio de PAC - DRAAF PACA et du Conseil régional PACA.

Dubois C. (2006). Les arbres fruitiers. Édition Rustica /FLER, Paris .127p.

-E-

Elodie W. (2009). Le grenadier (Punica granatum) plante historique et évolution thérapeutiques récentes, le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie Université Henri Poincare Nancy 1 ,P149.

Erkan M, Kader AA. (2011). Pomegranate (Punicagranatum L.). In *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Mangosteen to White Sapote. Woodhead Publishing Limited*, 287- 313.

Esmailzadeh A, Tahbaz F, Gaieni I, Alavi-Majd H, & Azadbakht L. (2006). Cholesterol-lowering effect of concentrated pomegranate juice consumption in type II diabetic patients with hyperlipidemia. *Inter J Vitamin & Nutr Res*, 76(3): 147-151.

-G-

Grini K, Herrati D. (2022). Evaluation de l'effet hépato-protecteur d'écorces de Punicagranatum L. chez des rats Wistar. Mémoire de Master.

Reference bibliographique

-H-

Hassen A, Benslama M, Desobry S. (2021). Influence de la nature du sol sur la qualité phytochimique du fruit du grenadier (*punica granatum l.*). *Revue Agrobiologia*, 11(1): 2316-2327.

HALOUADJI M, LIMAM MMZ. (2016). Caractéristiques physicochimiques et organoleptiques de quelques variétés de dattes consommées dans la région d'Adrar (Sud-ouest d'Algérie). *Sciences de la Nature et de la Vie*. P 19.

Heber D., Schulman R. N. & Seeram N. P. (2006). *Pomegranates : Ancient roots to modern medicine*. CRC press. France

Hmid I. (2013). Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*punicagranatum l.*) : caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais ». thèse doc n° 1310. sci. agro. france.

Holland D, Hatib K, Bar-Ya'akov I. (2009). Pomegranate: Botany, Horticulture, Breeding. *Horticultural Reviews*, (35).

.HOLLAND D, HATIB K, BAR-YA'AKOV I. (2009). Pomegranate: Botany, Horticulture, Breeding. Section of Deciduous Fruit Trees Sciences - NeweYa'ar Research Center - Agricultural Research Organization.

-J-

Jurenka JS. (2009). Applications thérapeutiques de la grenade (*Punicagranatum L.*) : une revue. *Revue de médecine alternative*, 14(3) : 277- 291.

-K-

Kaci-Meziane Z, Elothmani D. et Boutekrabt-Benhadjia L. (2015). Caractéristiques morphologiques et physicochimiques de trois cultivars de grenade cultivés dans le nord algérien. *Fruits*, 17(1) : 17-26.

Katz SR, Newman RA. et Lansky EP. (2007). *Punicagranatum*: heuristic treatment for diabetes mellitus. *Journal Medicine Food*, 10(2): 213–217.

Kawaii S. & Lansky EP. (2004). Differentiation-promoting activity of pomegranate (*Punicagranatum*) fruit extracts in HL-60 human promyelocytic leukemia cells. *J Med food*, 7(1): 13–18.

Reference bibliographie

-L-

Lairini S, Bouslamti R, Zerrouq F et Farah A. (2014). Valorisation de l'extrait aqueux de l'écorce de fruit de *Punicagranatum* par l'étude de ses activités antimicrobienne et antioxydante (Enhancement of the aqueousextract of the bark of *Punicagranatum* fruit through the study of its antimicrobial and antioxidantactivities). *J. Mater. Environ. Sci*, 5 (S1): 2314-2318.

Lansky EP, Newman RA. (2007). *Punicagranatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of Ethnopharmacology*, 109 : 177-206.

Levin GM. (2006). Pomegranate roads:a Soviet botanist's exile from Eden. pp. 15–183. B.L. Baer (ed.), FloreatPress, Forestville, CA.

-M-

Melgarejo P, Salazar DMS. (2003). *Tratado De Fruticultura Para Zonas Áridas Y Semiáridas*. Vol. (2): Algarr. 416 p.

Mimouni Y et Siboukeur O. (2011). Etude des propriétés nutritives et diététiques des sirops de dattes extraits par diffusion, en comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (isoglucoses), issus de l'industrie de l'amidon. Université Kasdi Merbah Ouargla, Ouargla 30000 (Algérie) Vol. 3, N° 1.

Moualkia H, Gourmati M. (2015). Détermination de substances naturelles a potentialités antioxydante et anti- inflammatoire de plantes *Punica granatum* L et *Lawsonia inermis* , Mémoire de master, Université Abderrahmane Mira Bejaia,P125.

-N-

Naumann RA. (2007). 1000 Plantes aromatiques et médicinales, P 336.

Neurath AR, Strick N, Li YY, & Debnath AK. (2004). *Punicagranatum* (Pomegranate) juice provides an HIV-1 entry inhibitor and candidate topical microbicide. *BMC infectious diseases*, 4(1) : 1-12.

Neves JS, Soares MAL, Vilas LSS, Boas & Almeida LRF. (2021). Effet du traitement sur les composés bioactifs et l'activité antioxydante du jus de grenade. *Journal de la transformation et de la conservation des aliments*, 45(1) : e15038.

Reference bibliographie

-O-

Othman MR, Moghadasian NA, Jones A, & Moghadasian PJ. (2017). Capacité antioxydante et contenu phénolique de préparations polyherbal sélectionnées après digestion simulée. *Antioxydants*, 6(3) : 64.

Oukabli A. (2004). Le Grenadier Des Variétés Performantes pour la Culture. BULLETIN MENSUEL D'INFORMATION ET DE LIAISON DU PNTTA. P2.

-P-

Patel R, & Rawal R. (2018). Processing and value addition of pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) into various products. *Journal of Food Science and Technology*, 55(2): 459–470. doi: 10.1007/s13197-017-2945-7

-R-

Ramadan AM, Ibrahim AM, Gomaa AR, & Amer WA. (2021). Optimisation des conditions d'extraction et application de l'extrait d'écorce de grenade comme colorant naturel dans le yaourt. *Journal de la transformation et de la conservation des aliments*, 45(6) : e15967.

Roberto Z et Fasiolo C. (2015). Granadas : un cultivo para la diversificacion. Hortifructicultura.

Neurath R, Strick N, Li YY. (2004). *Punica granatum* (Pomegranate) juice provides an HIV-1 entry inhibitor and candidate topical microbicide. *BMC Infect Dis.*4: 41.

-S-

Sangram SD, Ravindra DP and Sandip SP. (2022). Post-Harvest Management and Value Addition in Pomegranate. DOI: 10.5772/intechopen.105113

Seeram NP, Schulman RN, and Heber D (eds.). Pomegranates: ancient roots to modern medicine. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL.

Seeram NP, Adams LS, Henning SM, Niu Y, Zhang Y, Nair MG, Heber D. (2005). In vitro antiproliferative, apoptotic and antioxidant activities of punicalagin, ellagic acid, and a total pomegranate tannin extract are enhanced in combination with other polyphenols as found in pomegranate juice. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 16(6):360-367.

Sema Özmert E. (2020). Investigation of the physicochemical, nutritional properties and antioxidant activities of commercial and traditional pomegranate molasses samples. *Food and Health*, 6(3): 177-185.

Reference bibliographique

Shishodia S, Adams L, Bhatt I.D, and Aggarwal BB. (2006). Anticancer potential of pomegranate. pp. 107–116. In: N.P.

Skrat M, Alen A, Irena V, Constantin OE, Râpeanu G, Mija S, Ilja Gasan OC, Uroš Z and Nataša PU. (2022). Extraction of Polyphenols and Valorization of Fibers from Istrian-Grown Pomegranate (*Punicagranatum L.*). *Foods*, 11 : 2740.

Spichiger RE, Savolainen V. (2005). Botanique systématique des plantes à fleurs. Une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales (Troisième édition). Presses polytechniques et universitaires romandes (EDS), 413 p.

Storey T. (2007). La grenade, le fruit médicament. *NEXUS*, 51: 46-54.

Stover E, Mercure EW. (2007): The pomegranate: a new look at the fruit of paradise, *HortScience*, 42: 1088–1092.

-t-

Tadini A, Rodrigues L, Cestari T, & Junqueira VEBC. (2021). Potentiel de l'extrait de grenade comme ingrédient cosméceutique : une revue. *Journal international des sciences cosmétiques*, 43(3) : 236-246.

Turrini E, Ferruzzi L, and Fimognari C. (2015). Potential Effects of Pomegranate Polyphenols in Cancer Prevention and Therapy. *Médecine Oxydative et Longévité Cellulaire*, (3): 1-19

-v-

Viyar AH, Qadri R, Iqbal A, Nisar N, Khan I, Bashir M, Shah F. (2017). Evaluation of unexplored pomegranate cultivars for physicochemical characteristics and antioxidant activity. *J Food Sci Technol*, 54(9): 2973–2979.

-W-

Wald E. (2009). Le grenadier (*punicagranatum L*) : Plante historique et évolutions thérapeutiques récentes. Le Diplôme d'état de docteur en pharmacie, faculté de pharmacie, Université Henri Poincaré-Nancy147p.

Reference bibliographie

-Y-

Yasan He, Zhijuan Ji, Shunxin Li. (2007). Effective clarification of apple juice using membrane filtration without enzyme and pasteurization pretreatment. *Separation and Purification Technology*, 57(2):366-373.

Yıldız H, Obuz E, Bayraktaroglu G. (2009). pomegranate: its antioxidant activity and its effect on health. *Acta Horticulturae*, 818: 265-270.

Yilmaz Y, Çelik I and Isik F. (2007). Mineral composition and total phenolic content of Malviya et al. (2014). investigating antioxidant potential of pomegranate peels of Ganesh variety using either water or ethanol or methanol or mixtures of them, found out that the highest DPPH and ABTS inhibition activity was observed when methanol or a mixture with water (70% ethanol: 30% water) used as extracting solvents pomegranate molasses. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5 (3&4) : 102-104.

-Z-

Zarfeshany A, Asgary S, Javanmard SH. (2014). Potent health effects of pomegranate. *Adv Biomed Res*, 3:100.

Zerrouk M. (2018). Etude ethnobotanique des plantes médicinales de la famille de Lythracées, le grenadier (*Punica granatum*. L) et le henné (*Lawsonia inermis*. L) cas de la région d'Oued righ),P56.

Reference bibliographie

Annexes

Annexes

Annexe 01 :

Questionnaire :

Q1. Quel est votre sexe ?

- Homme
- Femme

Q2. Quel âge avez-vous ?

- 20-25 ans
- 25-35 ans
- Plus de 35 ans

Q3. Quelle est votre situation professionnelle ?

- Cadre Employé
- Étudiant
- Enseignant
- Retraité
- Sans emploi

Q4. Consommez-vous de la grenade autant que fruits?

- Oui
- Non

Q5. A quel moment vous consommer la grenade ?

- Matin
- Midi
- Soir

Q6. Saviez-vous que la grenade aide à maintenir la santé ?

- Oui
- Non

Q7. Quels sont vos principaux critères pour l'achat de grenade ?

- La forme
- Le prix
- Le gout
- La texture
- La couleur

Annexes

Q8. Dans votre entourage, quelles sont les personnes qui consomment plus la grenade ?

- Les enfants
- Les adultes
- Les jeunes
- Toute la famille

Q9. Connaissez-vous le sirop de grenade ?

- Oui
- Non

Q10. Qu'est-ce qui vous encourage le plus à acheter un nouveau produit ?

- Promotion
- Internet
- Publicité

Q11. Avez-vous déjà eu l'occasion de voir le sirop de grenade dans les supermarchés ?

- Oui
- Non

Q13. Seriez-vous prêt à acheter le sirop de grenade avec un prix raisonnable ?

- Oui
- Non

Q14. Quel prix seriez-vous prêt à payer pour ce produit de 500g ?

- 100 da-150da
- 150da-200da
- 200da-250da

Q15. Quelle est votre appréciation en le dégustant ?

- Liquide
- Consistant
- Gout sucré
- Gout amer

Annexes

Annexe 02 :

Tableau analyse sensorielle pour sirop de grenade :

	Attributs :	Srp01	Srp02
Aspect et couleur:	Sombre		
	Claire		
	naturelle		
Odeur :	Odeur fruitée de grenade		
	Odeur de caramélisation		
Texture et consistance	Dur		
	Mou		
	Lisse		
Gout	Sucré		
	Acide		
	Gout de grenade		
	Amer		

Résumé :

La grenade, en tant que fruit emblématique de la région, possède un potentiel considérable pour la valorisation économique et culturelle. Ses propriétés nutritionnelles et ses bienfaits pour la santé en font une ressource précieuse. Cependant, elle est confrontée à un problème de commercialisation et de conservation.

L'élaboration d'un sirop de grenade artisanal, les analyses physicochimiques et sensorielles de ce dernier ont été traitées dans ce manuscrit dans le but de la valorisation des grenades.

Le taux d'humidité du sirop de grenade artisanal est de 30,81%, supérieure à celui du sirop de commerce où le taux d'humidité est de 24,43% et le pH égal à 3,63 nettement moins acide. Le sirop de grenade préparé contient 73% de sucres totaux, presque identique au sirop du commerce 73,90% avec une acidité estimée à 5,5 % contre 7,5% pour le sirop commercial.

Grâce aux analyses sensorielles, nous avons conclu que les deux sirops de grenades testés présentaient des caractéristiques physicochimiques et sensorielle relativement proches.

Les résultats de l'analyse sensorielle ont clairement démontré que le sirop de grenade artisanal (srp01) présente des caractéristiques sensorielles sans défaut ; une couleur naturelle, une odeur fruitée rappelant la grenade et une texture lisse avec un goût sucré.

Enfin, et en possession de ces données nous ne pouvons qu'inciter les gens à consommer le sirop de grenade pour ses avantages pour la santé et ses caractéristiques organoleptiques.

Mots clés : *Punica granatum*, grenadine, sirop de grenades, transformation, analyse sensorielle.

ABSTRACT

The pomegranate, which is an iconic fruit of the region, may be potent enough for economic and cultural value. Its nutritional benefits and benefits for healthy skin in a healthy resource. Independent, it was confronted with a problem of marketing and conservation. The elaboration of an artisanal pomegranate syrup, the physicochemical and sensory analyzes of the latter have been treated in this manuscript. The moisture content of artisanal pomegranate syrup is 30.81%, higher than that of commercial syrup where the moisture content is 24.43% and the pH is equal to 3.63 pure less acid. Prepared pomegranate syrup contains 73% of all sugars, present in commercial syrup 73.90% with an estimated acid number of 5.5% against 7.5% for commercial syrup. Thanks to the sensory analyses, we included the two pomegranate syrups tested which presented relatively similar physicochemical and sensory characteristics. The results of the sensory analysis clearly demonstrated that the artisanal pomegranate syrup (srp01) exhibits flawless sensory characteristics; A natural color, an aromatic fruit reminiscent of pomegranate, and a texture that does not taste sweet. Finally, and in possession of these data, we can only encourage people to consume pomegranate syrup for its health benefits and organoleptic characteristics.

Keywords: *Punica granatum*, grenadine, pomegranate syrup, processing, sensory analysis.

ملخص:

تمتلك الرمان، بوصفها فاكهة رمزية للمنطقة، إمكانات هائلة للتنمية الاقتصادية والثقافية. تجعل خصائصها الغذائية وفوائدها الصحية منها موردًا قيمًا. ومع ذلك، فإنها تواجه مشكلة في التسويق والحفظ. تمت مناقشة تحضير شراب الرمان المحلي والتحليلات الفيزيائية والكيميائية والحسية لهذا الشراب في هذا الكتاب. تبلغ نسبة الرطوبة في شراب الرمان المحلي 30.81٪، وهو أعلى من نسبة الرطوبة في شراب التجارة الذي يبلغ 24.43٪، ويكون الحموضة فيه (الرقم الهيدروجيني) 3.63 وأقل حموضة بشكل واضح. يحتوي شراب الرمان المحضر على 73٪ من إجمالي السكر، وهو تقريبًا متطابق مع شراب التجارة الذي يبلغ 73.90٪، وتقدر الحموضة فيه بنسبة 5.5٪ مقابل 7.5٪ للشراب التجاري. من خلال التحليل الحسية، استنتجنا أن كلا شرابي الرمان المختبرين يتمتعان بخصائص فيزيائية وحسية متقاربة نسبيًا. أظهرت نتائج التحليل الحسي بشكل واضح أن شراب الرمان المحلي (srp01) يتمتع بخصائص حسية خالية من العيوب؛ لون طبيعي ورائحة فاكهية تشبه الرمان وملس ناعم مع طعم حلو. أخيرًا، وبناءً على هذه البيانات، لا يمكننا إلا تشجيع الناس على استهلاك شراب الرمان لفوائده الصحية وخصائصه الحسية.

، شراب الرمان، تحويل، تحليل حسي Punica granatum الكلمات المفتاحية :