

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université -Ain-Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté de Sciences et Technologie
Département d'Agroalimentaire



Projet de fin d'études
Pour l'obtention de diplôme de Master en
Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème :

**Transformation de la poudre de betterave séchée
et ses applications dans l'industrie agroalimentaire**

Présenté Par :

- AMER BENSABEUR Abdelkarim
- BEGOUG Oussama
- BENAYAD Nazim Boumediene
- DERIET Amar Touil Sag Billal

Devant le jury composé de :

Président :	D ^r . KHALFA ALI	M.C.A	U.B B.A.T
Examineur :	D ^r . BEHACINI FATIMA	M.C.A	U.B B.A.T
Encadreur :	D ^r . KERZABI RACHIDA	M.R.B	CRAPast
Co-Encadrant :	D ^r . BOUSSAID Khadidja	M.R.B	CRAPast

Année universitaire 2023-2024.

***** Remerciement *****

Au début, on souhaite adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire. Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à nos encadrants **Dr. *Kerzabi Rachida et Dr. Boussaid Khadidja***, pour son suivi et pour son énorme soutien, qu'il n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Pour le temps qu'elle a consacré et pour les précieuses informations qu'elle m'a prodiguées avec intérêt et compréhension. J'adresse aussi mes vifs remerciements aux membres des jurys monsieur le président **Dr. *Khalfa Ali*** et **Dr. *Belhacini Fatima*** pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Enfin on tient à exprimer vivement nos remerciements avec une profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation, car un projet ne peut pas être le fruit d'une seule personne.

Dédicace

A mon très cher père Je tiens à honorer l'homme que vous êtes. Grace à vous j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité.

Votre soutien fut une lumière dans tout mon parcours.

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

A ma très chère mère Aucune dédicace très chère mère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous.

Vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un encouragement. Vos prières et votre bénédiction m'ont été d'un grand soutien pour mener à bien mes études.

A mes belles sœurs *Amina* et *Fatima Zohra Aya*.

A mon seul frère *Mohamed El Amine*.

A tous mais amis.

Dassana

Dédicace

*J*e tiens à exprimer ma profonde gratitude envers toutes les personnes qui m'ont soutenu tout au long de mon parcours pour la réalisation de ce mémoire.

*T*out d'abord, je souhaite remercier mon directeur de mémoire pour ses conseils précieux, son soutien constant et sa patience infinie.

*J*e suis également reconnaissant envers mes professeurs pour leur expertise et leur encouragement tout au long de mes études.

*M*es amis et ma famille méritent également une reconnaissance spéciale pour leur soutien inconditionnel et leurs encouragements constants.

*L*eurs encouragements ont été une source de motivation et de force tout au long de cette aventure académique.

*E*nfin, je tiens à exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Leur soutien et leurs conseils ont été inestimables.

Nazim

Dédicace

À ma chère maman, qui a toujours été ma source d'inspiration et de soutien inconditionnel. Tes encouragements et ta bienveillance ont été ma lumière dans les moments sombres.

À mes frères, compagnons de route et complices de mes rêves. Votre soutien indéfectible et vos encouragements ont été ma force tout au long de ce parcours.

À mes amis, pour leur soutien sans faille et leur présence précieuse à chaque étape de ce voyage, surtout Nahla.

À mes professeurs, pour leur enseignement, leur guidance et leur patience. Leur expertise et leur passion ont enrichi mon parcours académique de façon inestimable.

À tous ceux qui ont croisé ma route et m'ont apporté leur aide, leur soutien et leur amitié, je vous adresse ma plus sincère gratitude.

Ce mémoire est le fruit de notre collaboration et de notre engagement commun envers le savoir et la découverte.

Abdelkrim

Dédicace

A ma chère maman qui m'a donné la vie, sa présence et son amour inconditionnels ont été une source de réconfort pour moi. Puisse Dieu lui accorder protection, bénédiction, bonheur et succès.

A mon papa **ADDA** qui m'a transmis des valeurs telles que le respect, l'honnêteté et le sérieux, et qui m'a fait comprendre l'importance du travail et de la responsabilité.

Grâce à ses sacrifices et son investissement pour mon éducation, j'ai pu accomplir ce travail de mémoire. Merci papa.

Billal

المخلص:

يهدف هذا العمل في المقام الأول إلى تقدير مسحوق الشمندر الأحمر بعد عملية كاملة من التجفيف، لتمديد مدة صلاحيته مع الحفاظ على خصائصه الغذائية وإمكانياته الطهوية. تعتمد تقييم جودة المنتج النهائي بشكل أساسي على التحاليل التنوعية الحسية والفيزيوكيميائية والحسية. تمثل إدماج الشمندر الأحمر في صناعة الأغذية والزراعة تقدمًا كبيرًا لتلبية الطلب المتزايد على منتجات الأغذية العملية والمتنوعة وذات القيمة المضافة العالية.

تحول الشمندر الأحمر ودمجه في القطاع الزراعي والصناعي يمثل تطورًا هامًا لأسباب متعددة، مثل تلبية الطلب المتزايد على منتجات الأغذية العملية والمتنوعة وذات القيمة المضافة، مع المساهمة في الحد من الفاقد الغذائي والاستفادة الكاملة من الفوائد الغذائية لهذه الخضروات. تبرز الاستخدامات المتعددة لمسحوق الشمندر، خاصة في المشروبات ومنتجات المخابز والحلويات والصلصات، مرونته وإمكانياته في تحسين كل من نسيج وتغذية منتجات الأغذية.

لقد أجرينا تحاليل فزيوكيميائية وحسية للمنتج، وقدمنا أيضًا نتائج القيمة الغذائية لكل 100 جرام من مسحوق الشمندر المجفف.

❖ **الكلمات الرئيسية:** مسحوق الشمندر، التجفيف، عامل التلوين، التحاليل الحسية، صناعة الأغذية والزراعة.

Résumé :

Ce travail vise principalement à valoriser la poudre de betterave rouge après tout un processus complet de séchage, afin de prolonger sa durée de conservation tout en préservant ses qualités nutritionnelles et son potentiel culinaire.

L'évaluation de la qualité du produit final repose principalement sur des analyses organoleptiques, physico-chimiques et sensorielles. L'intégration de la betterave rouge dans l'industrie agroalimentaire représente une avancée significative pour répondre à la demande croissante de produits alimentaires pratiques, diversifiés et à haute valeur ajoutée.

La transformation de la betterave rouge et son intégration dans le domaine agro industrielle présente une évolution importante pour diverses raisons, telles que la réponse à la demande croissante de produits alimentaires pratiques, variés et à valeur ajoutée, tout en contribuant à

diminuer les pertes alimentaires et en exploitant pleinement les avantages nutritionnels de ce légume.

Les différentes utilisations de la poudre de betterave, notamment dans les boissons, les produits de boulangerie, les confiseries et les sauces, démontrent sa polyvalence et son potentiel d'améliorer à la fois la texture et la nutrition des produits alimentaires. Nous avons effectué des analyses physico- chimique ainsi que les analyses organoleptiques du produit Nous avons aussi apporté les résultats de la valeur nutritionnelle dans 100g de poudre de Betterave séchée.

❖ **Mots clés :** Poudre de betterave, séchage, colorant, analyses sensorielles, industrie agroalimentaire.

Abstract:

This work aims primarily to valorise beetroot powder following a complete drying process, in order to extend its shelf life while preserving its nutritional qualities and culinary potential. The evaluation of the final product's quality relies mainly on organoleptic, physicochemical, and sensory analyses. The integration of beetroot into the agri-food industry represents a significant advancement in meeting the growing demand for convenient, diverse, and high-value-added food products.

The transformation of beetroot and its integration into the Agri-industrial sector marks a significant development for various reasons, such as meeting the increasing demand for convenient, diverse, and value-added food products, while also contributing to reducing food losses and fully exploiting the nutritional benefits of this vegetable. The various uses of beetroot powder, particularly in beverages, bakery products, confectionery, and sauces, demonstrate its versatility and potential to improve both the texture and nutrition of food products.

We conducted physicochemical and organoleptic analyses of the product and also provided nutritional value results per 100g of dried beetroot powder.

❖ **Keywords:** Beetroot powder, drying, colouring agent, sensory analyses, agri-food industry.

***Table
des matières***

Sommaire :

Rereciement.

Dedicace.

Résumé.

Sommaire.

Liste des figure.

Liste des tableaux .

Introduction :1

Chapitre I : Généralités sur la betterave rouge

I. Description botanique et classification : 4

I.1. L'origine et histoire de la betterave : 4

I.2. Description et classification botanique : 4

I.2.1. Description : 5

I. 2. 1.1. Le feuillage : 5

I.2.1.2. La racine charnue: 5

I.2.1.3. La fleur : 5

I.2.1.4. Fruit : 6

I.2.1.5. La graine : 6

I.2.2. Taxonomie : 7

II. Les différentes variétés de la Betterave: 7

II.1. Les Variétés de la betterave : 7

II.1.1. Betterave fourragère : 8

II.1.2. Betterave potagère (betterave rouge)..... 8

II.1.3. Betterave sucrière : 9

III. Composition chimique et valeurs nutritionnelle : 9

Table des matières

IV. Production en Algérie:	11
V. Les bienfaits de Betterave pour la santé :	12
V.1. Pouvoir antioxydant :	12
V.2. Anti-inflammatoires anti-tumorales :	12
V.3. Bienfaits pour le transit intestinal :	12
VI. Utilisations de Betterave dans le domaine agro-industriel :	12

Chapitre II : Matériels et Méthodes

I. Séchage de la betterave rouge :	15
II. Les étapes de préparation des betteraves :	16
II. Analyse physico-chimique :	18
II.1 Taux d'humidité :	18
II.2. Mesure de pH :	19
II.3. Taux de Brix :	19
II.4 Taux de cendre :	19
II.5. Dosage des fibres brutes :	20
II.6. Teneur en lipide (Extraction par Soxhlet) :	21
II.7. Teneur en sel (méthode de Mohr) :	22
II.8. Teneur en protéine (Méthode de Kjeldahl) :	23
II.9. Teneur en sucres : (la méthode de Bertrand)	23
II.9.1. Principe :	23
II.9.2. Equations de réactions :	24
II.9.3. Défécation des solutions :	24

Chapitre III : Résultats et discussions

Résultats et discussions :	28
I. Analyse organoleptique sensorielle :	29

Table des matières

II. Analyse et Résultat des Statistiques Descriptives :.....	32
III. Interprétation des Résultats :.....	33
III.1. Statistiques Descriptives :.....	33
III.2. Résultats du Test de Student :.....	34
IV. Discussion :	34
Conclusion :.....	37
Références Bibliographiques	
Les Annexes	

Liste des figures :

Figure N° 1 : racine de la betterave rouge.....	5
Figure N° 2 : fleur de la betterave rouge	5
Figure N° 3 : la graine de la betterave rouge	6
Figure N° 4 : Betterave fourragère	7
Figure N° 5 : Betterave rouge	8
Figure N° 6 : Betterave sucrière	8
Figure N° 7 : Préparation et lavage de la betterave rouge	15
Figure N° 8 : disposition des tranches de la betterave rouge sur une grille en acier inoxydable	15
Figure N° 9 : séchage de la betterave rouge	16
Figure N° 10 : la poudre fine de la betterave rouge	16
Figure N° 11 : Conditionnement de la betterave rouge.....	17
Figure N° 12 : Processus de transformation de la betterave en poudre	17
Figure N° 13 : à gauche : verrine de salade à base poudre de betterave trempée dans l'eau à droite : pot de yaourt nature à base de la poudre de betterave	27
Figure N° 14 : En haut : cake à base poudre de betterave	28
Figure N° 15 : préparation d'un fromage nature "Djben " à base de la poudre de betterave	28
Figure N° 16 : Appréciation globale du cake et yaourt par les femmes et les hommes	31

Liste des tableaux :

Tableau N° 1 : Taxonomie de betterave rouge	6
Tableau N° 2: Composition chimique de la betterave rouge.	9
Tableau N° 3: Valeurs nutritionnelles moyennes de la betterave rouge	9
Tableau N° 4 : Résultats des analyses physico-chimiques	25
Tableau N°5 : Valeur nutritionnelle dans 100g de poudre	25
Tableau N° 6 : Analyse organoleptique sensorielle	26
Tableau N° 7: Les critères organoleptiques attribués au yaourt	26
Tableau N° 8: Les critères organoleptiques attribués au cake	27
Tableau N° 9 : Résultat du test organoleptique	29
Tableau N°10 : Le Pourcentage d'Appréciation	31

Introduction

Introduction :

Les fruits et légumes occupent une place centrale dans l'industrie agroalimentaire et exercent une influence majeure sur l'économie mondiale. Ils sont non seulement des éléments essentiels de l'alimentation humaine, mais aussi des ingrédients de base pour de nombreux produits transformés. Leur production, leur transformation et leur distribution génèrent une multitude d'emplois et contribuent de manière significative aux échanges commerciaux internationaux. En outre, ils jouent un rôle crucial dans la sécurité alimentaire et la durabilité environnementale, offrant des solutions pour la diversification des sources alimentaires et la préservation des ressources naturelles.

Dès l'antiquité l'Homme cherchait un moyen qui lui permettait de préserver les aliments à fin de les conserver le plus longtemps possible et plus particulièrement durant les saisons rigoureuses (hiver, sécheresse) (**Ferouani, 1992**)

La tendance actuelle des consommateurs est la recherche d'une alimentation plus naturelle ce qui incité la recherche, le développement et l'application de nouveaux produits naturels ayant des activités antimicrobiennes et antioxydants dans le but de les utiliser comme alternatives aux conservateurs synthétiques dans le domaine des industries agroalimentaire.

La transformation des légumes et des fruits offre une variété d'options pour préserver, diversifier et améliorer ces aliments, tout en répondant aux besoins de consommation et aux préférences gustatives des consommateurs.

C'est un processus important dans l'industrie alimentaire qui vise à prolonger leur durée de conservation, à améliorer leur goût, leur texture et leur valeur nutritionnelle, ainsi qu'à créer une variété de produits alimentaires.

Les betteraves rouges, avec leur couleur vibrante et leur riche contenu en antioxydants, sont des variétés de betteraves appréciées à la fois pour leurs goûts et leurs bienfaits pour la santé. Leur teinte caractéristique est due à la présence de pigments naturels appelés bétalaïnes, qui sont reconnus pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.

En plus d'être consommées fraîches ou cuites dans une variété de plats, les betteraves rouges sont également transformées en poudre sèche, un processus qui consiste à déshydrater les racines pour obtenir une forme concentrée et facilement utilisable.

L'objectif principal de ce travail est de valoriser et transformer la betterave rouge afin d'en prolonger la durée de conservation tout en préservant ses qualités nutritionnelles et son potentiel

Introduction

culinaire. Cette transformation revêt une grande importance pour plusieurs raisons, notamment en répondant à la demande croissante de produits alimentaires pratiques, diversifiés et à valeur ajoutée, tout en contribuant à réduire les pertes alimentaires et en exploitant pleinement les bienfaits nutritionnels de ce légume.

La transformation de la betterave rouge en poudre sèche implique généralement plusieurs étapes, notamment le lavage, l'épluchage et la découpe des racines en rondelles. Ensuite, elles sont séchées, soit par déshydratation à basse température, soit par lyophilisation, selon le procédé choisi par le fabricant. Une fois complètement déshydratés, les morceaux de betteraves sont broyés en une fine poudre qui peut être utilisée dans une variété d'applications.

Cette poudre de betterave rouge offre une concentration de nutriments, y compris des vitamines, des minéraux et des antioxydants, tout en conservant la couleur naturelle et les saveurs caractéristiques de la betterave rouge. Elle est souvent utilisée comme colorant naturel dans les aliments et les boissons, ainsi que comme agent épaississant ou additif alimentaire dans les soupes, les sauces, les jus de fruits et les produits de boulangerie.

Pour aboutir à notre objectif, nous avons divisé le travail entre deux parties distinctes, une première partie théorique est consacrée à l'analyse bibliographique et aux aspects généraux de la betterave rouge. La seconde partie est dédiée à la mise en pratique de nos recherches, incluant le processus de séchage de la betterave, sa transformation, ainsi que les analyses physico-chimiques, les résultats obtenus et leur discussion.

Chapitre I :
Généralité sur
la betterave rouge

I. Description botanique et classification :**I.1. L'origine et histoire de la betterave :**

La betterave rouge, également connue sous son nom scientifique *Beta vulgaris*, est originaire de la région méditerranéenne, où elle était cultivée à des fins alimentaires et médicinales depuis l'Antiquité. On pense que la betterave rouge sauvage, une plante à feuilles comestibles et à racines charnues, est l'ancêtre de la betterave cultivée que nous connaissons aujourd'hui.

La culture de la betterave rouge s'est répandue à travers l'Europe au fil du temps, et elle est devenue une culture importante dans de nombreuses régions, en particulier dans les pays tempérés. Au Moyen Âge, la betterave rouge était déjà largement cultivée en Europe pour son utilisation culinaire, ses feuilles étant consommées comme légume et ses racines utilisées dans divers plats.

Au cours des siècles suivants, la betterave rouge a continué à être cultivée et son utilisation s'est étendue à de nouveaux domaines, notamment dans la fabrication de sucre. Au XIXe siècle, la betterave rouge a commencé à être utilisée pour produire du sucre de betterave, ce qui a contribué à réduire la dépendance à l'égard du sucre de canne importé.

Olivier de Serres écrit dans *Le théâtre d'agriculture et mesnage des champs*: « Une espèce de pastenades est la betterave, laquelle nous est venue d'Italie n'a pas longtemps. C'est une racine fort rouge, assez grosse, dont les feuilles sont des blettes, et tout cela bon à manger, appareillé en cuisine: voire la racine est rangée entre les viandes délicates, dont le jus qu'elle rend en cuisant, semblable à sirop de sucre, est très beau à voir pour sa vermeille couleur. » Il chercha le premier à extraire le sucre des betteraves mais n'a pas réussi à trouver un processus rentable.

En Algérie, la betterave potagère trouve des conditions extrêmement favorables pour son développement, mais ce légume n'a pas reçu jusqu'à présent l'étendue et la consommation qu'il mérite. Sa culture est pratiquée sur de petites superficies (**Benachour, 2008**).

I.2. Description et classification botanique :

La betterave, *Beta vulgaris subsp. vulgaris*, cultivées pour leurs racines charnues, et utilisées comme légume dans l'alimentation humaine, comme plantes fourragères et pour la production du sucre.

Son origine étymologique provient de « bette », dont elle est cousine même si elles ne se ressemblent guère, et de « rave » : plante cultivée pour sa racine comestible.

I.2.1. Description :**I. 2. 1.1. Le feuillage :**

On retrouve le feuillage cloqué, comme celui de l'épinard. Feuilles allongées et disposées en rosette sur la racine. Selon le cultivar, les feuilles renferment des pigments rouges à des degrés différents (**Denis, 2010**).

Les feuilles de betterave rouge renferment une grande quantité de composés phénoliques, ainsi que de lutéine et de zéaxanthine, deux antioxydants appartenant à la famille des caroténoïdes (**Ribaya-Mercado et Blumberg, 2004**). Ces feuilles sont aussi riches en nutriments (vitamine A).

I.2.1.2. La racine charnue:

La partie la plus distinctive de la betterave rouge est sa racine charnue, qui est généralement de forme ronde à ovale et de couleur rouge foncé. C'est cette partie de la plante qui est principalement consommée.

La racine est pivotante, en partie tubéreuse hors du sol. Elle est très résistante à la sécheresse (**Denis, 2010**). C'est une des rares végétaux qui contiennent des bétalaïnes (**Kujala Ts, 2002**), une famille de pigments contribuant à sa couleur prononcée. Les racines contiennent également une quantité significative de vitamine C.

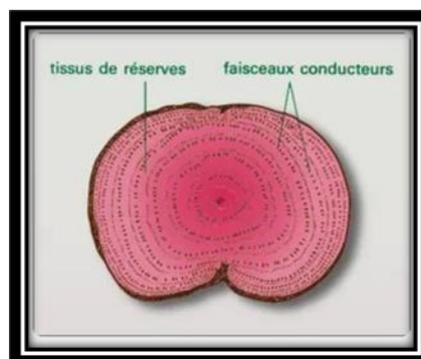


Figure N°1 : racine de la betterave rouge

I.2.1.3. La fleur :

La deuxième année après une vernalisation au champ ou en entrepôt, les fleurs commencent à pousser. Une certaine quantité de mises à fleurs est parfois observée en semis de primeur en raison du froid pendant la période d'implantation (**Denis, 2010**). Ces fleurs sont généralement peu visibles car la plante est souvent récoltée avant qu'elles ne se développent.



Figure N°2 : fleur de la betterave rouge

I.2.1.4. Fruit :

Après la floraison, la betterave rouge produit des fruits sous forme de capsules contenant des graines. Ces graines peuvent être utilisées pour la reproduction de la plante.

I.2.1.5. La graine :

La betterave est enveloppée dans un glomérule avec une à cinq graines, en moyenne trois. (Denis, 2010).

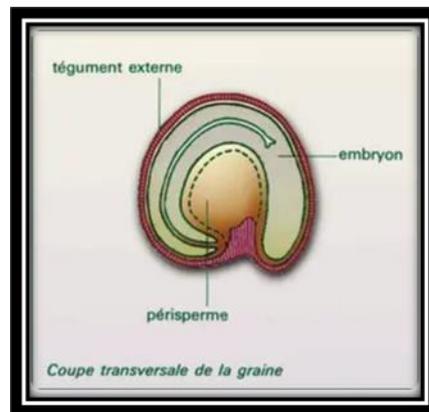


Figure N°3 : la graine de la betterave rouge

La betterave rouge est une plante bisannuelle, ce qui signifie qu'elle nécessite deux saisons de croissance pour compléter son cycle de vie, bien que la plupart des variétés soient récoltées au cours de leur première année de croissance, avant la floraison. Elle est largement cultivée pour sa racine sucrée et colorée.

I.2.2. Taxonomie :

La betterave rouge, *Beta vulgaris subsp. vulgaris* L ; est une sous-espèce qui appartient à la Famille des Chénopodiacées (selon la classification classique) et ou la famille des Amaranthacées (selon la classification phylogénétique).

Tableau N°1 : Taxonomie de betterave rouge (*Beta vulgaris subsp. vulgaris* L)

Règne	Plantae
classe	Equisetopsida
Sous-classe	Magnoliidae
Superordre	Caryophyllanae
Ordre	Caryophyllales
Famille	Amaranthaceae
Genre	Beta L.
Espèce	Beta vulgaris L.
Sous-espèce	Beta vulgaris subsp. vulgaris

Les betteraves *Beta vulgaris* L. peuvent être classées en trois sous-espèces selon certains auteurs:

- *Beta vulgaris ssp. Adanesis.*
- *Beta vulgaris ssp. Maritima.*
- *Beta vulgaris ssp. Vulgaris, qui regroupe tous les cultivars domestiqués.*

On peut classer la sous-espèce cultivée *Beta vulgaris ssp. vulgaris* en quatre autres groupes :

- **Betterave à feuilles:** Elle comprend les betteraves de type bette à carde ou groupe de Flavescens et betterave à épinard ou groupe de Cicla, mais il existe de nombreux types intermédiaires.
- **Betterave sucrière:** Aussi connue sous le nom de groupe Altissima, une variété de couleur blanche cultivée aux États-Unis et en Europe.
- **Betterave fourragère:** Aussi connue sous le nom de groupe Crassa, une espèce utilisée pour nourrir les troupeaux.
- **Betterave jardin:** Appelée également groupe Conditiva: ce groupe est cultivé et possède une partie tubéreuse comestible (Baião et al., 2017.).

II. Les différentes variétés de la Betterave:

II.1. Les Variétés de la betterave :

On connaît depuis la nuit des temps de nombreuses variétés de betterave, dont la plus célèbre est la betterave rouge (également appelée betterave potagère). D'autres espèces anciennes sont

encore consommables comme la betterave blanche (racine ronde, chair blanche et tendre). Quelques espèces de betteraves sont mentionnées ci-dessous :

II.1.1. Betterave fourragère :

Il s'agit d'une espèce de betterave qui possédait différentes formes de culture « hors terre » ou « en terre ». La géante blanche demi-sucrière est inappropriée pour la consommation humaine, mais elle était très utilisée jusque dans les années 1950-1960 pour la nourriture hivernale des bovins (il n'y avait pas de productivité) (Claire et al., 2006).



Figure N°4 : Betterave fourragère (Hleibieh et al., 2007).

II.1.2. Betterave potagère (betterave rouge)

Les racines de la betterave potagère, généralement rouges, sont consommées soit bouillies comme un légume cuit, soit froides en salade après cuisson et ajout de vinaigrette (Figure N°5). Le jus de betterave potagère est un remède populaire, même s'il est considéré comme inutile en Afrique tropicale. Les bétanines, qui sont extraites des racines, sont employées dans l'industrie alimentaire comme colorants rouges, notamment pour agrémenter le concentré de tomates, les sauces, les desserts, les confitures et les gelées, les crèmes glacées et les bonbons.



Figure N°5 : Betterave rouge (Arvy, 2007).

II.1.3. Betterave sucrière :

La betterave à sucre (*Beta vulgaris* L.) est une culture industrielle majeure, car elle est l'une des deux seules sources végétales à partir desquelles le saccharose (c'est-à-dire le sucre) peut être produit économiquement (Figure N° 6). Bien que cette culture ait été relativement courte (environ 200 ans), les méthodes de sélection traditionnelles ont grandement amélioré ses performances et sa qualité. Toutefois, depuis environ deux décennies, des technologies de culture et de transformation génétique avancées ont été intégrées dans les programmes de sélection traditionnels (Gurel et al., 2008).



Figure N° 6 : Betterave sucrière (*Beta vulgaris*) (Zicari et al., 2019).

III. Composition chimique et valeurs nutritionnelle :

La betterave possède une valeur nutritionnelle élevée en raison de sa forte teneur en glucose, sous forme de saccharose. Elle est considérée comme une excellente source de fibres, de minéraux,

(potassium, sodium, fer, cuivre, magnésium, calcium, phosphore et zinc), de vitamines (B, C) (Baião et al., 2017; Vargas-Rubóczki, 2020). La betterave ou bétanine (C₂₄H₂₇N₂O₁₃– E162). Il est soluble dans l'eau et sensible à des températures élevées, à l'oxygène et à la lumière. Les betteraves contiennent aussi de la géosmine, qui donne cette odeur de terre si caractéristique (Oyen, 2019).

- ✓ Composition chimique typique (pour 100g de betterave rouge crue) :

Tableau N°2: Composition chimique de la betterave rouge.

Eau	87g
Glucides	8-7g
Fibre alimentaire	2-3g
protéines	1-2g
Lipides	< 0.2g
Sucres naturels	6-8 g saccharoses
Minéraux	potassium, magnésium, calcium, phosphore, sodium.
Vitamines	vitamine C, vitamine B9 (acide folique), vitamine B6

- ✓ Valeurs nutritionnelles moyennes (pour 100g de betterave rouge crue)

Tableau N°3: Valeurs nutritionnelles moyennes de la betterave rouge.

Calories (Kcal/100g)	43 kcal
Glucides (g/100g)	8-10g
Fibres alimentaires (g/100g)	2-3g
Protéines (g/100g)	1.61g
Lipides (g/100g)	0.17g
Potassium (mg/100g)	325mg
Sodium (mg/100g)	78 mg
Phosphore (mg/100g)	30-40 mg
Magnésium	20-25 mg
Calcium	10-20mg
Fer (mg/100g)	0.8mg
Zinc (mg/100g)	0.35mg
Vitamine C (mg/100g)	4-8 mg
Vitamine B6 (mg/100g)	0,067 mg
Vitamine B2 (mg/100g)	0,04mg
Vitamine B9 (acide folique)	80 à 100 µg

Les valeurs nutritionnelles peuvent varier légèrement en fonction de facteurs tels que le mode de culture, la variété de betterave rouge et les conditions de stockage.

La betterave est particulièrement recommandée dans le cadre d'une alimentation saine et diversifiée. Si sa richesse en sucre est supérieure aux autres légumes, elle reste pour autant modérée

et ne doit pas freiner sa consommation, d'autant qu'elle est gorgée d'éléments essentiels à l'équilibre de l'organisme.

IV. Production en Algérie:

En Algérie, La betterave rouge est également cultivée, mais sa production est généralement plus limitée par rapport à la betterave à sucre.

La betterave à sucre avait suscité de grands espoirs en 1979. Il y a eu la construction de deux raffineries-sucreries, l'une à El Khémis, l'autre à Guelma, toutes deux en connexion avec des périmètres betteraviers. Cependant, la betterave n'a jamais produit de résultats remarquables. La superficie cultivée est d'environ 4000 hectares et la production annuelle est de 900 000 quintaux (**Georges et al., 1982**).

Vous avez relevé certains facteurs susceptibles d'affecter la production algérienne de betteraves rouges :

- **Météo** : L'Algérie est confrontée à des défis météorologiques majeurs, tels que des fluctuations de température élevées et un manque de précipitations dans certaines régions, qui peuvent affecter négativement la croissance des betteraves rouges.
- **Maladies et ravageurs** : Il existe de nombreuses maladies touchant les betteraves comme le nanisme, les champignons et les insectes ravageurs comme les arracheuses de betteraves, et ces maladies et ravageurs peuvent causer des pertes importantes de cultures si elles ne sont pas traitées correctement.
- **Manque de ressources en eau** : La culture de la betterave nécessite de grandes quantités d'eau, et le manque de ressources en eau peut être un obstacle majeur à la productivité, en particulier à la lumière du changement climatique qui affecte la distribution et la disponibilité de l'eau.
- **Techniques agricoles** : Bien qu'il y ait eu des progrès dans les techniques agricoles, elles peuvent ne pas être disponibles à tous les agriculteurs en Algérie, ce qui peut réduire la productivité et la qualité des cultures.
- **Défis économiques et de commercialisation** : Les agriculteurs algériens sont confrontés à des défis de commercialisation et de distribution, notamment le manque d'infrastructures de stockage et de transport et le manque de marchés efficaces pour les ventes de cultures.

L'amélioration de la production de betteraves rouges en Algérie nécessite des stratégies à multiples facettes, notamment des technologies agricoles avancées, une amélioration des infrastructures agricoles et un soutien aux politiques agricoles appropriées, ainsi que des solutions de gestion plus efficaces.

V. Les bienfaits de Betterave pour la santé :

La consommation de la betterave aide à guérir de nombreuses maladies telles que l'anémie, la pression artérielle, le cancer, les pellicules, les ulcères gastriques, les affections rénales, la toxicité hépatique ou les affections biliaires telles que la jaunisse, l'hépatite, les intoxications alimentaires, la diarrhée ou les vomissements (Neha et al.,2018)

V.1. Pouvoir antioxydant :

La betterave est l'un des légumes qui possède la plus grande capacité antioxydante (Stintzing et al., 2004). Les antioxydants sont des composés qui captent les radicaux libres pour protègent les cellules du corps (Winkler et al., 2005).

V.2. Anti-inflammatoires anti-tumorales :

La betterave est l'un des rares végétaux qui contiennent des bétalaïnes (Kujala Ts, 2002), les bétalaïnes ces des pigments végétaux qui contribuent à sa couleur prononcée. Posséderaient aussi des propriétés anti-inflammatoires, anti-tumorales et de protection du foie (Escribano, 1998) (Winkler et al., 2005).

V.3. Bienfaits pour le transit intestinal :

La betterave contribue à combattre la paresse intestinale grâce à sa teneur élevée en fibres. La consommation cuite est d'ailleurs plus tolérée par les intestins sensibles (Pavlov et al., 2005).

VI. Utilisations de Betterave dans le domaine agro-industriel :

La betterave rouge est utilisée dans plusieurs applications agroindustrielles, notamment dans les domaines de l'alimentation, de la santé, de la cosmétique et même de la production d'énergie. Généralement cuisinée de manière industrielle, l'alimentation humaine est colorée par des racines riches en bétalaïnes. Il est possible de consommer la betterave crue, râpée dans une salade, par exemple, mais elle est généralement consommée cuite. Elle est entièrement cuite (à l'eau, à la vapeur ou au four) afin d'être utilisée assaisonnée comme hors-d'œuvre, que ce soit en salade avec pomme de terre et mâche ou en salade avec des endives. Elle est cuite à la casserole, coupée de

différentes manières, pour être consommée en légume d'accompagnement (bortsch, compotée avec des oignons et relevée au vinaigre, en purée, braisée à la bière, etc.). La betterave rouge peut également être utilisée comme dessert. La betterave rouge est également employée comme remède traditionnel pour traiter les kystes.

En agro-industrie, la betterave rouge offre une polyvalence remarquable. Sa transformation en sucre constitue l'une de ses applications les plus notables. Les usines sucrières la traitent pour en extraire et raffiner le saccharose, utilisé ensuite dans divers produits alimentaires.

La betterave rouge séchée en poudre révèle un potentiel d'utilisation diversifié :

1. Colorant alimentaire naturel :

Son pigment rouge vif est largement exploité dans l'industrie agroalimentaire pour colorer une gamme variée de produits, des sauces les soupes, les confiseries, les desserts, les produits laitiers, les produits de boulangerie et les boissons.

Ce légume fournit un colorant naturel (étiqueté E162) à l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique (**Baião et al., 2017**)

2. Amélioration nutritionnelle :

La poudre de betterave rouge apporte une richesse nutritionnelle aux aliments transformés, grâce à sa teneur en fibres, vitamines (notamment la vitamine C et B9), et minéraux bénéfiques tels que le potassium et le magnésium.

3. Produits fonctionnels :

Intégrée dans des formulations de produits alimentaires fonctionnels, elle enrichit smoothies, barres énergétiques et autres suppléments nutritionnels en couleur, saveur et bienfaits nutritionnels.

4. Marinades et assaisonnements :

Utilisée dans la confection de marinades et d'assaisonnements, elle ajoute une teinte vibrante et une touche sucrée à une variété de plats, viandes et légumes inclus.

5. Confiserie :

Dans l'univers des sucreries, elle sert à colorer et aromatiser bonbons, gommes à mâcher, et autres délices sucrés, offrant une alternative naturelle aux colorants artificiels.

Chapitre II :
Matériels et Méthodes

I. Séchage de la betterave rouge :

Le séchage des légumes est une méthode de conservation qui permet de prolonger leur durée de conservation en éliminant l'humidité et en préservant ainsi leurs qualités nutritionnelles et leur saveur.

Ce travail vise à valoriser la betterave rouge en la transformant en poudre fine par le processus de séchage, pour son incorporation dans l'industrie agroalimentaire.

Plusieurs méthodes de séchage peuvent être utilisées, notamment le séchage au soleil, le séchage à l'air, le séchage en four, ou le séchage par déshydratation à basse température.

Chaque méthode offre des avantages différents en termes de coût, d'efficacité et de qualité du produit final.

1. Séchage au soleil :

Cette méthode traditionnelle implique de placer les tranches de betteraves sur des plateaux ou des bâches dans un endroit ensoleillé et bien ventilé. Les betteraves sont exposées au soleil pendant plusieurs jours, et retournées régulièrement pour assurer un séchage uniforme.

2. Séchage à l'air :

Dans cette méthode, les tranches de betteraves sont disposées sur des grilles ou des plateaux dans un endroit frais et ventilé, à l'abri de la lumière directe du soleil. Elles sont laissées à sécher pendant plusieurs jours, en retournant les tranches régulièrement.

3. Séchage en four :

Les tranches de betteraves peuvent également être séchées dans un four à basse température (environ 50-70°C). Elles sont disposées sur des plaques à pâtisserie ou des grilles et cuites lentement jusqu'à ce qu'elles atteignent la consistance désirée.

4. Déshydratation à basse température :

Cette méthode utilise des déshydrateurs alimentaires spéciaux pour éliminer l'humidité des tranches de betteraves à une température contrôlée et uniforme. Les betteraves sont disposées sur des plateaux et placées dans le déshydrateur pendant plusieurs heures jusqu'à ce qu'elles soient complètement sèches.

Le séchage de la betterave rouge peut être effectué de diverses manières, mais nous avons opté pour la méthode de séchage à air chaud dans un four à tunnel.

II. Les étapes de préparation des betteraves :

Les étapes générales du processus de séchage de la betterave rouge sont les suivantes :

1. Lavage et triage :

Des betteraves rouges fraîches sont acquises, débarrassées de leurs feuilles et de leur partie supérieure (la queue), puis lavées pour éliminer les impuretés et les débris.



Figure N°7 : Préparation et lavage de la betterave rouge

2. Coupe (épluchage et tranchage) :

Elles sont ensuite pelées et coupées en tranches ou en morceaux de taille uniforme pour faciliter le processus de séchage.



Figure N° 8 : disposition des tranches de la betterave rouge sur une grille en acier inoxydable.

3. Séchage

La betterave est séchée au four à une température basse entre 40-60°C jusqu'à ce qu'elle soit déshydratée et qu'il n'y ait plus d'humidité (très important pour la conservation).



Figure N° 9 : séchage de la betterave rouge

4. Broyage

Les tranches déshydratées sont réduites en une fine poudre de betterave par un moulin.



Figure N° 10: la poudre fine de la betterave rouge

5. Stockage :

Une fois les betteraves rouges séchées et broyées, elles doivent être stockées dans des contenants hermétiques, à l'abri de l'humidité et de la lumière, pour préserver leur fraîcheur et leur saveur.



Figure 11 : Conditionnement de Betterave en poudre



Figure N° 12 : Processus de transformation de la betterave en poudre

II. Analyse physico-chimique :

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de contrôle de la qualité « **Biolab Expertise** » laboratoire privé agréé par l'état.

II.1. Taux d'humidité :

C'est une méthode courante pour mesurer le poids des échantillons de betterave avant et après séchage, puis à calculer la différence de poids pour déterminer la teneur en humidité. Cette méthode permet de surveiller l'avancement du processus de déshydratation et de garantir la qualité de la poudre de betterave finale.

- $H\% = (m_1 - m_2) / P \times 100$
- m_1 : Masse d'échantillon avant séchage (g).
- m_2 : Masse d'échantillon après séchage (g).
- P : Masse de la prise d'essai (g).

II.2. Mesure de pH :

La détermination en unité pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes prolongés dans une solution d'échantillon broyé (**Menasra, 2020**).

1. Mode opératoire

Un volume de 100 ml d'eau distillée a été ajouté à 10 g de l'échantillon (poudre de betterave) ; après 15 min d'homogénéisation à l'aide d'un agitateur magnétique, le pH de la solution a été déterminé en utilisant un pH-mètre (AOAC cité par **Fabrice et al., 2021**).

2. Détermination de la conductivité :

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Elle est directement proportionnelle à la quantité de solide (sel minéraux) dissous dans l'eau (**Rodier, 2005**).

Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre.

3. Mode opératoire :

- ✓ Remplir un bécher avec de l'eau à analyser,
- ✓ Rincer l'électrode du conductimètre avant de l'introduire à l'intérieur du bécher,
- ✓ Lire la valeur de la conductivité qui s'affiche sur l'écran de l'appareil.

II.3. Taux de Brix :

Le degré Brix est traduit comme étant la teneur en sucre exprimé en gramme (g) dans 100g d'échantillon (**Smati et al., 2017**).

La lecture a été faite à l'aide d'un réfractomètre, et cela en déposant simplement une goutte de l'échantillon sur la surface du prisme, puis le deuxième prisme est placé sur le premier. Face à une source lumineuse, la valeur est directement lue à travers l'oculaire de réfractomètre (NF V05-109-1970 cité par **Boumaza et Makhloufi., 2018**)

II.4 Taux de cendre :

Le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de température élevée.

Principe La teneur en cendres de la poudre de betterave a été déterminée selon la méthode officielle AOAC 972.15 (AOAC, 2006). Le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de température élevée.

➤ **Mode opératoire :**

Mettre des creusets vides dans le four à moufle (560 °C) pendant 01 heure, puis dans le dessiccateur pendant 1/2 heure. Les peser vide (PC) avant d'en ajouter 3gr de l'échantillon (PE) pour les remettre dans le four à moufle pendant 4h à 560°C. La couleur devient blanche ou grise. Ensuite, les remettre dans le dessiccateur pendant 30 mn puis les peser (PF)

$$\% \text{Cendre (H\% + MS)} = \frac{PF - PC}{PE} \times 100$$

- **PF** : poids ou la masse (g) de creuset avec cendre après incinération
- **PC** : poids de creuset (g) vide
- **PE** : poids (g) initiale de poudre de caroube
- **H%** : Taux de l'humidité MS : matière sèche
- **MS = 100 - H%**

II.5. Dosage des fibres brutes :

Le dosage des fibres brutes est effectué par la méthode de Weend (hydrolyse acide/basique chaud) qui est basé sur l'analyse d'échantillon avec l'acide sulfurique et de la potasse qui permet l'hydrolyse de tous les composants sauf les fibres brutes et les sels minéraux.

➤ **Mode opératoire :**

Mettre le fiberbag dans les creusets séchés dans une étuve à 105°C pendant 1h, puis dans un dessiccateur pendant 30 mn, ensuite peser séparément le fiberbag (α) et les creusets vides (Ψ). Insérer l'entretoise de verre dans le fiberbag ensuite mesurer 1g d'échantillon(β). Premier lavage avec l'acide sulfurique à 0,13 mol/L : verser 360 ml sur l'échantillon qui est placé dans le bécher, placer ce dernier dans la plaque chauffante. Dès que ça commence à bouillir, on réduit l'arrangement de cette opération qui dure 30 mn. Enfin, jeter l'acide et les solubles et rincer l'entretoise de verre avec de l'eau chaude.

Deuxième lavage avec d'hydroxyde de potassium à 0,23 mol/L : verser 360 ml sur l'échantillon qui est placé dans le bécher, placer ce dernier dans la plaque chauffante. Dès que ça

commence à bouillir en ajoutant trois gouttes de N-octanol comme agent anti mousse et en réduisant l'arrangement de la plaque chauffante pendant 30 mn.

Jeter l'alcali et les solubles et rincer avec l'entretoise en verre avec de l'eau chaude ensuite avec l'acétone. Sécher les fiberbags dans les creusets dans une étuve à 105°C pendant une nuit, ensuite dans le dessiccateur pendant 30mn. Peser les Fiberbag (X) et les incinérés dans un four à moufle à 600 °C au moins 4h. Puis dans le dessiccateur pendant 30mn et les pesés en dernier (δ).

$$\% \text{ Fibres brutes} = \frac{(x - a) - (\delta - \zeta) \times 100}{\beta}$$

- **Valeur vide** $\zeta = \delta - \Psi$
- α = Masse en g
- β = Masse d'échantillon pesé en (g)
- χ = Masse du creuset et les Fiberbag après séchage dans l'étuve
- δ = Masse du creuset et des cendres en g après séchage dans le four à moufle
- ζ = Masse des cendres g
- ψ = Masse du creuset en g

II.6. Teneur en lipide (Extraction par Soxhlet) :

Extraction des matières grasses selon la méthode Soxhlet ou Extraction continue de Soxhlet à l'éther ou extrait étheré (EE).

Ce dosage consiste à réaliser une extraction continue à l'aide d'un appareil appelé Soxhlet en utilisant l'éther di-éthylique comme solvant (AOAC, 1990). Réactifs : éther di-éthylique ou éther de pétrole.

Appareil de Soxhlet composé d'un ballon récepteur à col rodé et d'un réfrigérant à reflux permettant de condenser le solvant évaporé avant de tomber dans un extracteur qui est muni d'un système de siphonage permettant de transvaser l'éther dans le ballon. Cet extracteur doit héberger une cartouche en carton poreux dans laquelle est déposée la matière à extraire.

- Plaques chauffantes adaptées aux ballons récepteurs.

➤ Mode opératoire :

Peser avec précision de 2 g d'échantillon séché et broyé à 1 mm dans une cartouche propre, mettre la cartouche avec son contenu dans l'extracteur (le bord supérieur doit être au-dessus du niveau du siphon)

Introduire 160 ml d'éther di-éthylique dans le ballon à col rodé préalablement taré • Installer l'extracteur sur le ballon et mettre le tout au-dessous du réfrigérant • Faire circuler l'eau dans les réfrigérants et allumer les plaques. Il faut noter qu'il est absolument nécessaire que l'appareil de Soxhlet soit bien protégé sous une hotte qui doit être loin de toute source de feu. L'éther est un solvant très volatil est rapidement inflammable. • Arrêter l'ébullition quand le niveau de l'éther condensé dans l'extracteur est un peu au-dessous du niveau de siphon, retirer la cartouche soigneusement sans perdre les particules de l'échantillon et vider l'éther que contient l'extracteur. La durée d'extraction est de 8 h • Remettre le tout en ébullition mais sans la cartouche pour recueillir le maximum d'éther dans l'extracteur.

Il faut rapidement retirer le ballon muni de l'extracteur avant qu'il soit sec (avec un peu d'éther à l'intérieur) et ceci pour éviter non seulement les risques d'explosion, mais aussi les projections de l'éther dans le ballon et par conséquent la carbonisation de la matière grasse.

Sécher le ballon contenant l'extrait et le peu d'éther dans l'étuve 105°C durant une nuit (laisser la porte de l'étuve légèrement ouverte durant les 15 premières minutes) • Peser le ballon après refroidissement (le refroidissement peut être fait à l'aire ambiante sauf que le ballon doit être muni de son bouchon).

Le pourcentage d'extrait étheré est ainsi obtenu comme suit :

$$\%MG = ((P2 - P1) / PE \times MS a) \times 100$$

- **P1** : poids du ballon vide (g)
- **P2** : poids du ballon après séchage à l'étuve 105°C (g)
- **PE** : prise d'essai (g).
- **MS a** : % MSa/100.

II.7. Teneur en sel (méthode de Mohr) :

Le but de cette manipulation est de déterminer la concentration des ions chlorures Cl contenus dans un échantillon moyennant un dosage argentimétrique (par une solution de nitrate d'argent AgNO₃) en présence du chromate de potassium K₂CrO₄ comme indicateur coloré.

➤ Mode opératoire :

On prélève 10 ml de l'échantillon que l'on verse dans un erlen Meyer auquel on ajoute 1ml de chromate de potassium. On dose les ions chlorures et on note le volume d'équivalence V_{eq} , mais

il faut déterminer le volume d'équivalence réel ou corrigé en faisant soustraire le volume de correction pour obtenir le volume d'équivalence corrigé $V_{\text{equ_Corr}}$.

II.8. Teneur en protéine (Méthode de Kjeldahl) :

C'est une méthode de référence pour la détermination des protéines dans les aliments. Il

Principe :

- Minéralisation d'une quantité pesée de l'échantillon grâce à un appareil de minéralisation en bloc, à l'aide d'un mélange d'acide sulfurique concentré et de sulfate de potassium, en utilisant du sulfate de cuivre (II) comme catalyseur pour convertir l'azote des composés organiques présents en sulfate d'ammonium
- Adjonction d'hydroxyde de sodium en quantité excédentaire au digestat refroidi pour libérer l'ammoniac
- Distillation de l'ammoniac à l'aide d'un appareil automatique de distillation à la vapeur, le distillat est recueilli dans une solution d'acide borique
- Titration à l'aide d'une solution d'acide sulfurique - calcul de la teneur en azote de l'échantillon en fonction de la quantité d'ammoniac produite, proportionnelle au volume d'acide versé. On fait un blanc en mettant tous les réactifs sauf l'échantillon, pour soustraire l'ammoniac contenu dans les réactifs de l'ammoniac contenu dans l'échantillon.

Calcul du % de protéines dans l'échantillon Le % de protéines dans l'échantillon est obtenu en multipliant le % d'azote par un facteur F dépendant du type d'aliment analysé.

$$\% \text{ protéines} = \% \text{ N} \times \text{F} = (\text{VE} - \text{VB}) \times \text{CN} \times 14,01 \times \text{F} / \text{M} (\text{échantillon}).$$

II.9. Teneur en sucres : (la méthode de Bertrand)

II.9.1. Principe :

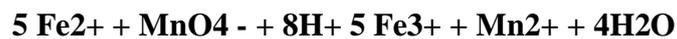
C'est une méthode d'oxydoréduction qui permet le dosage des oses réducteurs grâce à un dosage en retour. Les sucres réducteurs réduisent partiellement la liqueur de Fehling en excès, l'oxyde cuivreux constitué (précipité rouge) est dosé par manganimétrie. Une table donne la correspondance entre la masse de cuivre et la masse des sucres réducteurs. La réaction doit se dérouler à chaud et pendant trois minutes à partir de l'ébullition pour respecter la correspondance des tables. Une quantité des sucres réducteurs réagit avec les ions cuivre (II) en excès pour former un précipité rouge brique. L'excès d'ions cuivre (II) est éliminé. Le précipité réagit avec un excès

d'ions fer (III) pour le dissoudre. On obtient des ions fer (II) dosés par une solution de permanganate de potassium.

Avant d'effectuer le dosage de ces sucres, il est nécessaire de déféquer la solution de la poudre de betterave.

II.9.2. Equations de réactions :

- **1^{er} étape :** Réduction de la liqueur alcalino-tartro-cuivrique (FEHLING A+ FEHLING B) par les sucres réducteurs avec formation d'oxyde cuivreux (Cu₂O) de coloration rouge brique. $\text{Cu}^{2+} + \text{sucres réducteurs} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{sucres oxydés}$
- **2^{ème} étape :** Réaction de l'oxyde cuivreux avec un excès d'ions ferriques. $\text{Cu} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^{2+}$
 $\text{Cu}_2\text{O} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{CuSO}_4 + 2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- **3^{ème} étape :** Dosage manganométrique des ions Fe²⁺ formés en milieu acide



II.9.3. Défécation des solutions :

Les hydrates de carbone à doser se trouvent généralement mélangés à d'autres substances en solution ou en suspension comme eux et pouvant empêcher ou fausser le dosage des sucres. Ces substances étrangères doivent être éliminées sans que la teneur en hydrates de carbone s'en trouve modifiée ; cette clarification est obtenue en provoquant la formation d'un précipité dans le liquide, opération appelée « défécation ». Les agents de défécation ou clarification doivent donc avoir une action sélective. Certains, tel l'acétate de plomb, agissent par précipitation (sel de plomb) et partiellement par adsorption. Les réactifs de Carrez (hexacyanoferrate II de K et sulfate de Zn) agissent uniquement par adsorption. Ils provoquent la formation d'un précipité à "l'état naissant" entraînant les substances étrangères par "occlusion".

➤ **Mode opératoire :**

Mise en solution de la poudre de betterave (Défécation) .

Prendre 10g de la poudre de betterave, ajouter 2 ml de Ferrocyanure de Potassium plus 2 ml d'acétate de zinc et on complète avec l'eau distillée à 100 ml, on laisse la solution de betterave 15min au repos puis on filtre.

➤ Inversion de solution :

- Prendre 10ml de solution de la poudre de betterave filtrée, ajouter 50ml d'eau distillée plus 1ml de HCL concentré ($d=1,19$) puis mettre au bain marie à 75°C pendant 15min
- Refroidir puis neutraliser avec une solution de NaOH (30%) en présence de phénolphtaléine ensuite avec la solution de HCL à 10% jusqu'à décoloration puis on complète à 100ml avec de l'eau distillée.

➤ Dosage des sucres réducteurs avant inversion et après inversion

- Avec un mélange cupro-alcalin de 20 ml de solution CuSO_4 et de 20 ml de solution tartrique et 10 ml de solution à doser de betterave à 10% ainsi que 10 ml d'eau distillée.
- Mettre quelques billes en verre comme régulateur d'ébullition, faire bouillir pendant 3 min et laisser refroidir. Il y aura formation de l'oxyde cuivreux (Cu_2O).
- Filtration sous vide à l'aide d'un erlen à vide et d'un entonnoir à verre fritté (Büchner) de porosité 4.

➤ Dissolution de l'oxyde cuivreux :

- Formé à l'aide d'une solution de liqueur ferrique.
- Dosage de la solution récupérée avec le permanganate de potassium à 0,1N.
- Se reporter à la table dressée par Gabriel Bertrand pour la correspondance entre le volume versé de KMnO_4 0,1 N et le taux de sucre réducteur avant et après inversion.
- On obtient le taux de Saccharose par déduction de sucre réducteur après inversion et de sucre réducteur avant inversion en le multipliant par un facteur de 0,95.

➤ Conditions opératoires

- Le précipité n'est jamais en contact avec l'air pour éviter son oxydation.
- Utiliser de l'eau distillée bouillie pour éviter l'oxydation par O_2 dissout dans l'eau.
- Laver abondamment le précipité pour éliminer le tartrate, sinon le virage avec le permanganate ne sera pas visible.

➤ Mode de calcul Utilisation des tables de Bertrand :

Il n'y a pas de proportionnalité entre les masses de cuivre formé et les sucres. On ne peut donc ne pas utiliser le produit en croix, mais néanmoins une interpolation linéaire est envisageable. De plus, on trouve rarement une masse de cuivre qui est écrite dans le tableau. Dans l'exemple suivant, on trouve une masse de cuivre de 22 mg.

Masse du Cuivre	Masse molaire Cu
10 A	20,6 D
x B X	22,0 E
11 C	22,6 F

$$AB/AC = DE/DF \quad X-10/11-10 = 22-20.6/22.6-20.6$$

$$X-10=0.7 \quad x=10.7 \text{ mg}$$

Tenir compte des dilutions pour retrouver la concentration en sucre de la solution initiale.

Chapitre III :
Résultats et discussions

Résultats et discussions :

Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur la poudre de betterave dans le laboratoire d'analyse.

Tableau N°4 : Résultats des analyses physico-chimiques.

Paramètres	Résultats
pH	6.29
Conductivité	2.28 $\mu\text{s/cm}$
Teneur en cendres	5.56 %
Humidité%	82.60
Taux de brix	3%

Il est important de souligner que les valeurs obtenues sont la moyenne de trois répétitions des échantillons analysés.

La valeur du pH est un paramètre qui détermine la qualité de la conservation des aliments. C'est l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit surmonter pour assurer sa prolifération (Sadler et Murphy., 2010). Le pH obtenu est acceptable qui est 6.29 légèrement acidulé ; la conductivité électrique est de 2.28 $\mu\text{s/cm}$, ce qui indique la présence de minéraux.

La teneur en humidité est un élément important d'évaluation du degré de maturité du produit et de sa durée de vie (Doukani et al., 2014). Les résultats montrent que la valeur est de 82.6 % ce qui explique la forte teneur en eau de ce légume. La teneur en cendre représente la quantité de matières minérales inorganiques restantes après combustion de la matière organique. La valeur de 5.56% indique la présence des minéraux dans la poudre, alors que le taux de brix est de 3%.

Nous avons aussi apporté les résultats de la valeur nutritionnelle dans 100g de poudre de Betterave séchée.

Tableau N°5 : Valeur nutritionnelle dans 100g de poudre.

Paramètres	Résultats
Teneur en lipide	1.110 g
Teneur en protéine	11.890g
Teneur en glucide	72.150 g
Teneur en sel	1.360 g
Fibres	18.536 g
Apports calorique dans 100 g	$\approx 383.222\text{kcal}$ $\approx 1618.038\text{kJ}$

La poudre de betterave constitue une concentration remarquable de nutriments essentiels pour la santé. Elle est une source précieuse de vitamines, de minéraux et de composés bioactifs. En plus de sa richesse en saccharose, elle renferme également des taux significatifs de protéines et de fibres, ce qui en fait un aliment particulièrement nutritif et polyvalent.

I. Analyse organoleptique sensorielle :

L'analyse organoleptique sensorielle de la poudre de betterave implique l'évaluation de ses caractéristiques sensorielles, y compris son aspect visuel, son odeur, sa saveur, sa texture et son goût.

Tableau N° 6 : Analyse organoleptique sensorielle

Critères généraux		
Aspect	Poudre fine	Examen visuel
Couleur	Rouge à violet intense	Examen visuel
Odeur	Douce et terreux	Sensoriel
Goût	légèrement sucré avec une légère amertume en arrière-goût	Sensoriel
Impureté d'origine animale	Absence	Examen visuel

En répandant notre objectif principal, qui consiste à incorporer la poudre de betterave obtenue après séchage dans divers produits alimentaires tels que les biscuits, les yaourts et les fromages, les jus, les smoothie..., nous la considérons comme un colorant naturel et un additif visant à améliorer leur profil nutritionnel.

Nous avons opté à préparer des verrines de salade à base de la poudre de betterave, ainsi que des gâteaux et du yaourt nature par la suite, nous avons convié plusieurs dégustateurs à évaluer ces préparations en notant leurs observations dans un tableau détaillant les critères organoleptiques.

Tableau N° 7: Les critères organoleptiques attribués au yaourt

Attribution (produit)	1	2	3	4	5
Couleur	Horrible	Repoussante	Acceptable	Agréable	Excellente
Odeur	Inodore	Désagréable	Acceptable	Agréable	Très agréable
Texture	Ferme	Gélatineuse	Crémeuse	Visqueuse	Liquide
Goût (saveur)	sucré	nature	désagréable	appréciable	délicieux
Appréciation globale	Acceptable	Médiocre	moyen	Bon	excellent

Tableau N° 8: Les critères organoleptiques attribués au cake

Attribution (produit)	1	2	3	4	5
Couleur	Horrible	Repoussante	Acceptable	Agréable	Excellente
Odeur	Inodore	Désagréable	Acceptable	Agréable	Très agréable
Texture	Tendre	Dense	Humide	Leger	Moelleux
Goût (saveur)	sucré	amer	désagréable	appréciable	délicieux
Appréciation globale	Acceptable	Médiocre	moyen	Bon	excellent



Figure N°13 : à gauche : verrine de salade à base poudre de betterave trempée dans l'eau à droite : pot de yaourt nature à base de la poudre de betterave



Figure N° 14: En haut : cake à base poudre de betterave

En Bas : des madeleines à base de la poudre de betterave trempée dans le lait

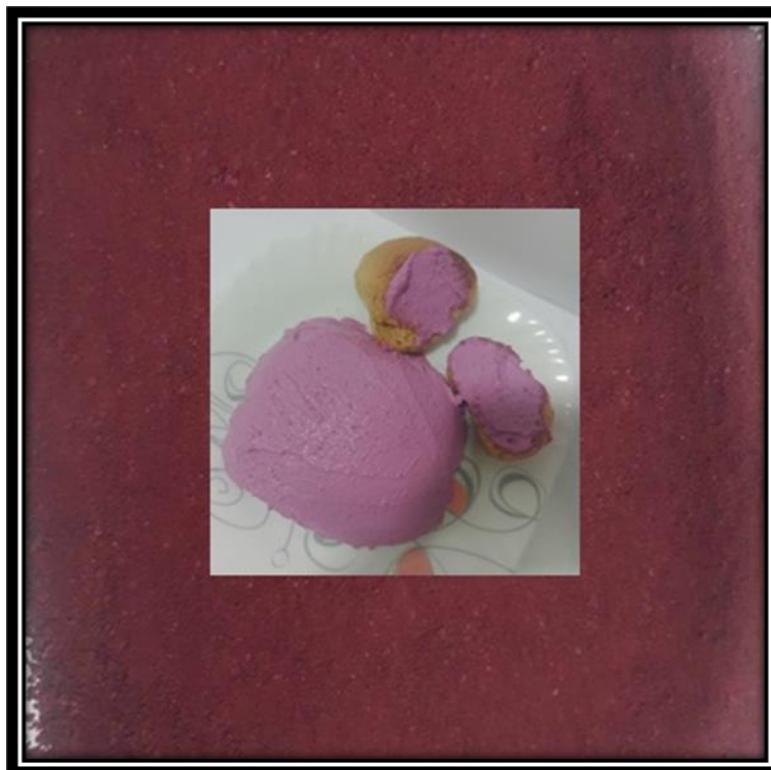


Figure N° 15 : préparation d'un fromage nature "Djben " à base de la poudre de betterave

II. Analyse et Résultat des Statistiques Descriptives :

Nous avons mené un test organoleptique auprès d'un échantillon représentatif de différentes tranches d'âge et de sexes soit (10 femmes et 10 hommes), ils ont été conviés à déguster du yaourt et du gâteau contenant de la poudre de betterave.

Les participants ont ensuite été priés d'évaluer les produits sur différents critères tels que la couleur, l'odeur, la texture, le goût et l'appréciation globale, en attribuant des notes de 1 (très mauvaise) à 5 (excellente). Nous avons ensuite calculé le pourcentage de notes d'appréciation globale de 4 ou plus pour chaque produit et avons effectué une analyse statistique à l'aide du logiciel SPSS afin de déterminer s'il existait une différence significative entre les deux produits.

Tableau N°9 : Résultat du test organoleptique

		Yaourt					Cake						
sexe	âge	C	O	T	G	A	C	O	T	G	A		
FEMME	1	60	3	4	3	3	5	5	4	4	1	5	
	2	55	3	3	5	3	4	3	5	5	3	1	
	3	54	4	4	3	3	5	4	4	4	3	4	
	4	53	3	3	3	3	5	2	1	5	3	5	
	5	40	4	3	3	5	4	4	3	4	3	5	
	6	38	4	5	3	2	4	4	4	4	1	4	
	7	31	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	
	8	33	5	5	3	3	5	2	4	4	4	3	5
	9	35	4	5	3	3	5	3	4	4	4	3	4
	10	14	4	3	3	5	4	4	4	4	4	3	4
HOMME	11	50	3	4	3	5	5	4	4	4	4	3	5
	12	46	3	4	4	2	4	4	3	4	4	3	5
	13	42	5	3	4	3	5	3	4	4	4	2	2
	14	41	5	4	5	3	5	4	5	4	4	1	4
	15	40	3	3	3	2	3	3	4	4	4	3	3
	16	38	4	3	3	5	4	4	4	4	4	1	4
	17	35	4	3	3	5	4	4	4	4	4	3	5
	18	28	5	3	4	5	4	5	3	4	4	3	4
	19	26	5	3	4	3	4	5	4	4	4	3	4
	20	24	5	5	3	5	5	4	3	4	4	1	4

Catégorie	Yaourt					Cake				
	Moyenne Femmes	Ecart Type Femmes	Moyenne Hommes	Ecart Type Hommes	P-Valeur	Moyenne Femmes	Ecart Type Femmes	Moyenne Hommes	Ecart Type Hommes	P-Valeur
Couleur	3.80	0.79	4.10	0.88	0.355	3.60	0.97	3.80	0.79	0.587
Odeur	3.70	0.95	3.50	0.85	0.605	4.00	1.15	3.80	0.63	0.605
Texture	3.30	0.67	3.50	0.53	0.425	4.20	0.42	4.20	0.42	1.000
Goût	3.50	0.85	3.90	1.20	0.286	2.80	1.23	2.50	1.35	0.558
Appréciation	4.50	0.53	4.30	0.67	0.517	4.20	1.14	4.00	0.94	0.694

III. Interprétation des Résultats :

III.1. Statistiques Descriptives :

- Pour le yaourt, les hommes ont tendance à donner des notes légèrement plus élevées que les femmes pour la couleur et le goût, tandis que les femmes donnent des notes légèrement plus élevées pour l'odeur et l'appréciation globale.
- Pour le cake, les différences de moyenne entre hommes et femmes sont minimales, avec des variations dans les goûts et l'appréciation.

➤ T-tests :

- Les p-valeurs de tous les tests sont supérieures à 0.05, indiquant qu'il n'y a pas de différences statistiquement significatives entre les évaluations des hommes et des femmes pour toutes les catégories des deux produits (yaourt et cake).
- Bien que certaines différences de moyennes existent entre les évaluations des hommes et des femmes, ces différences ne sont pas statistiquement significatives. Cela suggère que les préférences en termes de couleur, odeur, texture, goût et appréciation générale pour le yaourt et le cake à la betterave ne varient pas de manière notable entre les hommes et les femmes dans cet échantillon.

III.2. Résultats du Test de Student :

Catégorie	T-Statistique	P-Valeur
Yaourt vs Cake	1.11	0.277

❖ **Pourcentages d'Appréciation:**

- Les yaourts sont appréciés par 95% des participants (notes d'appréciation de 4 ou plus).
- Les cakes sont appréciés par 85% des participants (notes d'appréciation de 4 ou plus).

La p-valeur est de 0.277, ce qui est supérieur à 0.05, indiquant qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative dans l'appréciation globale des yaourts et des cakes.

D'après les résultats, la majorité des participants ont bien apprécié les yaourts et les cakes à la betterave. Les différences d'appréciation entre les yaourts et les cakes ne sont pas statistiquement significatives, suggérant que les deux produits sont globalement bien acceptés par l'ensemble des participants.

Tableau N°10 : Le Pourcentage d'Appréciation :

Catégorie	Pourcentage de Notes ≥ 4
Yaourt (Femmes)	100%
Yaourt (Hommes)	90%
Cake (Femmes)	80%
Cake (Hommes)	80%

❖ **Pourcentages d'Appréciation:**

- Les yaourts sont appréciés par 100% des femmes et 90% des hommes.
- Les cakes sont appréciés par 80% des femmes et 80% des hommes.

La majorité des participants ont bien apprécié les yaourts et les cakes à la betterave. Les différences d'appréciation entre les sexes ne sont pas statistiquement significatives, suggérant que les deux produits sont globalement bien acceptés par tous les groupes.

IV. Discussion :

-Haute Acceptabilité des Yaourts: Avec 95% des participants donnant une note de 4 ou plus, les yaourts enrichis à la poudre de betterave sont très bien acceptés par l'échantillon. Les participants ont trouvé les yaourts globalement agréables, ce qui suggère que l'ajout de poudre de betterave ne compromet pas la qualité perçue du produit.

-Bonne Acceptabilité des Cakes: Les cakes ont également été bien acceptés, avec 85% des participants donnant une note de 4 ou plus. Bien que légèrement moins appréciés que les yaourts, les cakes enrichis à la poudre de betterave restent populaires parmi les participants.

-Absence de Différence Significative: Le test statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative entre l'appréciation des yaourts et des cakes. Cela indique que, dans l'ensemble, les deux produits sont perçus de manière similaire en termes de **qualité et de satisfaction**.

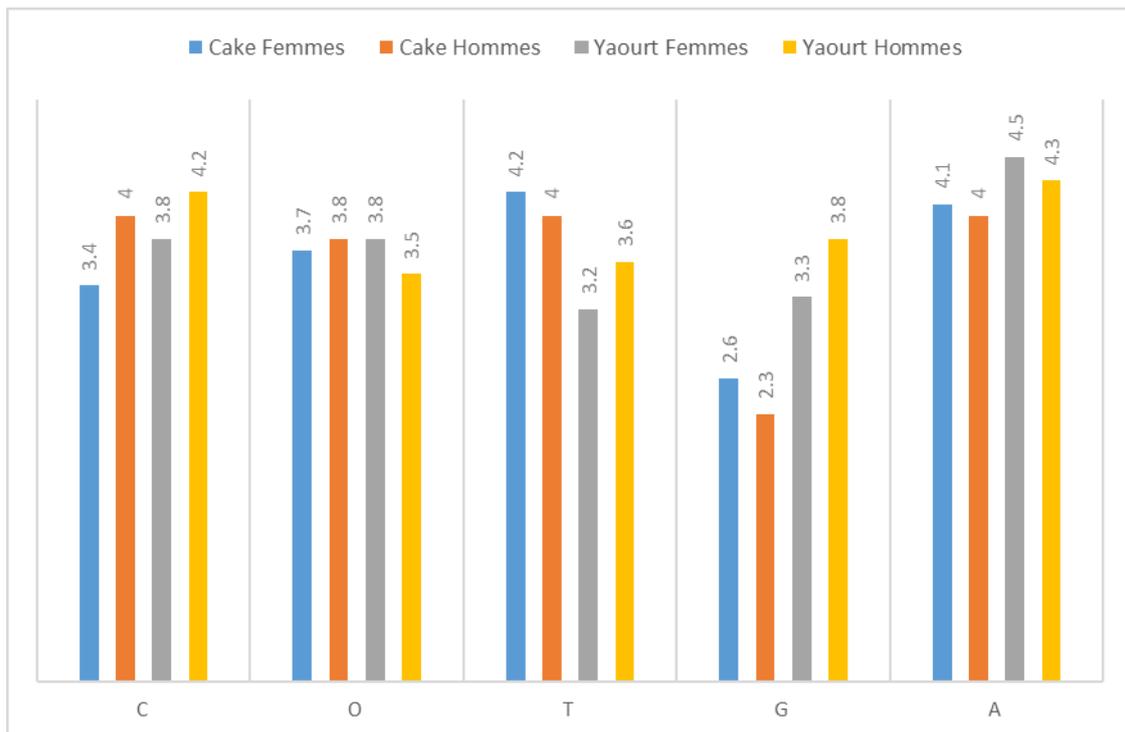


Figure N°16 : Appréciation globale du cake et yaourt par les femmes et les hommes

En conclusion, les résultats de cette analyse montrent que l'enrichissement de yaourts et de cakes avec de la poudre de betterave est bien accepté par les consommateurs. Les deux produits obtiennent des notes élevées d'appréciation, et il n'y a pas de préférence significative pour l'un par rapport à l'autre. Cela suggère que la poudre de betterave peut être utilisée avec succès pour améliorer la valeur nutritionnelle de ces produits sans affecter négativement leur acceptabilité gustative. Les entreprises agroalimentaires pourraient envisager d'intégrer cette innovation dans leur gamme de produits pour répondre à la demande croissante de produits sains et nutritifs.

Conclusion

Conclusion:

La transformation de la poudre de betterave séchée et ses applications dans l'industrie agroalimentaire sont des sujets vastes et complexes, nécessitant une analyse approfondie des processus de transformation, des caractéristiques de la poudre de betterave, et des diverses utilisations dans la fabrication des aliments.

Le processus de transformation de la betterave en poudre implique généralement plusieurs étapes, notamment le lavage, le pelage, la découpe, le blanchiment, le séchage et le broyage.

Tout au long du processus de transformation, des mesures de contrôle de la qualité doivent être mises en place pour assurer la pureté, la stabilité et la sécurité de la poudre de betterave séchée.

Des analyses organoleptiques, physico-chimiques et sensorielles sont généralement effectuées pour évaluer la qualité du produit final.

L'utilisation de la poudre de betterave dans l'industrie alimentaire représente une avancée significative vers des pratiques plus naturelles et saines. Grâce à ses riches propriétés nutritionnelles, ses capacités antioxydantes et ses bienfaits pour la santé cardiovasculaire, la betterave offre des avantages substantiels aux consommateurs. En outre, son rôle de colorant naturel apporte une alternative sûre et attrayante aux colorants synthétiques, répondant à la demande croissante des consommateurs pour des produits alimentaires plus naturels.

Les diverses applications de la poudre de betterave, allant des boissons aux produits de boulangerie, des confiseries aux sauces, montrent sa polyvalence et son potentiel d'enrichir les produits alimentaires à la fois visuellement et nutritionnellement. Cependant, des défis techniques, tels que la stabilité de la couleur et la solubilité, doivent être surmontés pour optimiser son utilisation. Malgré ces défis, l'adoption de la poudre de betterave continue de croître, reflétant une tendance vers une alimentation plus saine et plus naturelle.

Ainsi, l'intégration de la betterave dans l'industrie alimentaire non seulement améliore la qualité et la valeur nutritive des produits, mais elle répond également aux préférences des consommateurs pour des solutions alimentaires plus durables et bénéfiques pour la santé.

En conclusion, la transformation de la poudre de betterave séchée offre une multitude d'avantages et d'applications dans l'industrie agroalimentaire, mais nécessite une gestion rigoureuse de la qualité pour assurer sa réussite sur le marché et sa sécurité pour les consommateurs.

***Références
Bibliographiques***

Références bibliographiques :

- 1) Arvy, M.-P. e. G., F. 2007. Légumes d'hier et d'aujourd'hui. édition Belin. 608p.
- 2) AOAC 2006 Official Methods of Analysis. 18th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburgs, MD.
- 3) A.O.A.C. 1990 Official Methods of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- 4) Baião, D. d. S. 2017. Nutritional, Bioactive and Physicochemical Characteristics of Different Beetroot Formulations. Intech Open.
- 5) Benachour, K. 2008. Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (Hymenoptera:Apoidea) sur les plantes cultivées. Thèse de doctorat en sciences. Faculté des sciences de la nature et de la vie. Université Mentouri de Constantine .Pp151.
- 6) Boumaza D., Makhloufi L. 2018. Essais d'incorporation de la farine de caroube (*Ceratonia siliqua*L) dans les coukies en substitution partielle de la farine de blé. AFNOR, 1970:V05-109.
- 7) Claire, D., fabrice, varoquaux. 2006. Histoire et amélioration des cinquante plantes cultivées: Quae, pp 116-121.
- 8) Denis, L. F. 2010. La culture biologique des légumes .Edition Berger A.C .inc. pp525.
- 9) Doukani K., Tabak S., Derriche A., Hacini Z. 2014. Étude physico-chimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. Revue ecologie environnement 10:37-49.
- 10)Escribano, J., Pedreno M.A., 1998. Characterization of the antiradical activity of betalains from Beta vulgaris L. roots. Phytochem Anal. 1998;9:124-127.
- 11)Fabrice Z-A., Touré A., Patrice M-A., Amoulaye S-K., Réné S-Y.,et Adama c. 2021. Valorization in nectars of pulps from two mangoes varieties (Amelie and Kent) upgraded by exporting companies in Northern Côte d'Ivoire; 4 (2): 066-076 . AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical Chemists: 981.12 Arlington, USA. 15 (1990): 91. le 02 juin 2022 a 10 h 45 min.
- 12)Ferouani B. 1992. Essai d'élaboration de conserve de plats cuisinés industriels. Diplôme d'ingénieur en Biologie. Université Tlemcen, Option : contrôle qualité et analyse. . P4, 30 et 41.
- 13)Georges, M. 1982. Agriculture et dépendance alimentaire en algérie. Distribution électronique Cairn.info pour La Documentation française., 1980/4 N° 90 40-64.
- 14)Gurel., E., Gurel, Songul, Lemaux, Peggy G. 2008. Biotechnology applications for sugar beet. Critical Reviews in Plant Sciences, 27(2), 108-140.

- 15) Hleibieh., K., Peltier, C, Klein, E, Schirmer, A, Schmidlin, L, Covelli, L, Ratti, Claudio, Legrève, Anne, Bragard, Claude, Gilmer, David. 2007. Étiologie de la rhizomanie de la betterave sucrière. *Virologie*, 11(6), 409-421.
- 16) Kujala TS, V. M. 2002. Betalain and phenolic compositions of four beetroot (*Beta vulgaris*) cultivars. *Eur Food Res Technol*, 214, 505-10.
- 17) Menasra A. 2020. Etude de la formulation et des traitements technologiques des biscuits enrichis. Thèse de doctorat Université de Batna1.
- 18) Neha., D., Singh, Archana, Jaiswal, Mamta, Agrahari, Kiran. 2017. Standardization and development of beetroot-based product. *Int. J. Home Sci*, 3, 26-30.
- 19) Oyen, L. P. A. 2004. *Beta vulgaris*L. Internet Fiche de Protabase. Grubben, G.J.H. & Denton, O.A. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa/Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas.
- 20) Pavlov, A., Kovatcheva, P., Tuneva, D., Ilieva, M., Bley, T. 2005. L'activité de piégeage des radicaux et la stabilité de bétalaines de *Beta vulgaris* culture de racines chevelues dans des conditions simulées de l'appareil gastro - intestinal humain *Plant Foods Hum Nutr*. 60, 43-47.
- 21) Ribaya-Mercado, J., Blumberg, J. B 2004. Lutein and zeaxanthin and their potential roles in disease prevention. *J Am Coll Nutr*.567S-87S.
- 22) Rodier, J., Legube, B. and Merlet, N. 2005. L'analyse
- 23) Sadler et Murphy., 2010. pH and titatable Acidity In, S.S, Ed, *Food : Analysis*, Springer, Boston, MA.
- 24) Smati I., Bettaieb Rebey I., Hammami M., Hamdaouii G., et Saidai Tounsi M. 2017. Variation de la qualité du jus de citron (*Citrus limon* L.) au cours de la maturation fruit. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 43(1), 2334-2343.
- 25) Stintzing, F. C. 2004. Functional properties on anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, 15:19-38.
- 26) Vargas-Rubóczyki T. 2020. Evaluation of important quality parameters of different beetroot genotypes and their possible role in processing. These de doctorat, université de Debrecen Hongrie. P: 1, 11, 15
- 27) Winkler, C., Wirleitner, B., Schroecksnadel, K., Schennach, H., Fuchs, D. 2005. In vitro effects of beetroot juice on stimulated and unstimulated peripheral blood mononuclear cells. *Am J Biochem Biotechnol* 1: 180-185.
- 28) Zicari, S., Zhang, R., & Kaffka, S. 2019. Sugar Beet. *Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*, 331-351.

Les Annexes



BIOLAB EXPERTISE

LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE ET DE CONFORMITE

Autorisé par le ministère du commerce décision ministérielle N°19 DU 07/12/2020

N° 01 DU 10/02/2022

Bureau d'études agréé par le ministère de l'environnement et des énergies renouvelable

Agrément : 203/2022

BULLETIN D'ANALYSE N° 459/24

Dénomination d'échantillon : Betterave séchée en poudre
Reçu le : 28/02/2024
FAB : / EXP : / LOT : /
Numéro d'inscription : 313
Type d'analyses : Physicochimique.
* Echantillon prélevé par le client.
* paramètre demandé par le client.

CLIENT : Mr. Amer Ben Saber

Abdelkrim

ADRESSE : AIN TEMOUCHENT

Paramètres	Résultats	Méthodes
pH	6,29	Multi-paramètres
Conductivité	2,28 µs/cm	Multi-paramètres
Teneur en cendres	5,56 %	ISO 2172 :1980
Critère généraux		
• Aspect	Poudre fine	Examen visuel
• Couleur	Pas de défauts à signaler	Examen visuel
• Odeur	Pas de défauts à signaler	Sensoriel
• Impureté D'origine animale	Absence	Examen visuel

NB : Ce bulletin fait référence aux échantillons fournis pour l'analyse. Il ne devra être modifié en aucun cas sans la permission du laboratoire BIOLAB EXPERTISE.

Analyste : Mme Khouane B.

Bulletin établi le : 06/03/2024



RC : 13/00-1400392A19
NIF : 188133600072127
AI : 13040662125

Tel : 043 27 54 85
Mob : 06 73 96 97 15
Mob : 0660 49 51 22

E-mail : Algbiolab@gmail.com
Adresse : CITE DES OLIVIERS
KIFFANE -TLEMCCEN-ALGERIE.



BIOLAB EXPERTISE

LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE ET DE CONFORMITE

Autorisé par le ministère du commerce décision ministérielle N° 19 DU 07/12/2020

N° 01 DU 10/02/2022

Bureau d'études agréée par le ministère de l'environnement et des énergies renouvelable

Agrément : 203/2022

BULLETIN D'ANALYSE N°460/24

Dénomination d'échantillon : Betterave séchée en poudre

Reçu le : 28/02/2024

FAB : / **EXP :** / **LOT :** /

Numéro d'inscription : 313

Type d'analyses : Valeur nutritionnelle

* Echantillon prélevé par le client.

* Paramètre demandé par le client.

CLIENT : Mr. Amer Ben Saber

Abdelkrim

ADRESSE : AIN TEMOUCHENT

Paramètres	Résultats	Références
Valeur nutritionnelle dans 100 g du produit القيمة الغذائية للمنتج في 100 غ Nutritional Value for 100 g		
Teneur en lipide محتوى الدهون Fat -	1,110 g	Extraction -soxhlet-
Teneur en protéines محتوى البروتين Protein	11,890 g	Méthode kjeldahl (N×6.25)
Teneur en glucide محتوى الكربوهيدرات Carbohydrate	72,150 g	Méthode de Bertrand
Teneur en sel محتوى الملح salt content	1,360 g	Méthode de Mohr
Fibres الالياف	18,536 g	
Apport calorique dans 100 g القيمة الطاقوية / 100 غ Calories	≈ 383,222 kcal ≈ 1618,038 KJ	Calcul

NB : Ce bulletin fait référence aux échantillons fournis pour l'analyse. Il ne devra être modifié en aucun cas sans la permission du laboratoire BIOLAB EXPERTISE.

Bulletin établi le : 06/03/2024

Analyste : KHOUANE B.



RC : 13/00-1400392A19

NIF : 188133600072127

AI : 13040662125

Tel : 043 27 54 85

Mob : 06 73 96 97 15

Mob : 0660 49 51 22

E-mail : Algbiolab@gmail.com

Adresse : CITE DES OLIVIERS

KIFFANE - TLEMCCEN-ALGERIE.