

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Saad Dahlab De Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département Agro-alimentaire

Mémoire de fin d'étude

Spécialité: Nutrition et Diététique Humaine

Filière: Sciences Alimentaires

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Thème

Qualité nutritionnelle et sensorielle des biscuits préparés à base de millet.

Réalisé par

Hadhoud Yacine

Haffad Mohammed Chaouki

Soutenu devant le jury composé de:

Mme Metidji H.	MCB	USDB1	Présidentne
Mme Khaldoun H.	MCA	USDB1	Examinatrice
Mme Kadri F.	MCB	USDB1	Promotrice

Année universitaire:

2019/2020

Remerciements

Au terme de ce travail, On tient à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à Notre encadreuse Mme Kadri Farida, pour sa précieuse aide, et ces orientations et le temps qu'elle nous a accordé pour notre encadrement.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury Mme Metidji H et Dr Khaldoun H de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance, pour vos enseignements et encouragements

Finalement, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail tout d'abord à nos chers parents

A nos chers frères et sœurs

A nos familles

A tous nos amis

Tous mes collègues de la même spécialité

*Toute les personnes qui ont participé à la réalisation de ce
Travail.*

A tout ceux qui aiment ce pays.

Résumé

L'objectif de ce travail est l'évaluation de l'effet de l'incorporation de la farine de millet perlé sur la qualité nutritionnelle et sensorielle des biscuits préparés par **Eneche (1999), Florence et al. (2014), Adebisi et al. (2017), Kulthe et al (2018) et Kendra (2020)**.

La comparaison des résultats des analyses nutritionnelles a montré que les biscuits préparés à base de millet perlé renferment des teneurs en minéraux (calcium de 22.75 à 32.93Mg/100g, fer de 4.1 à 11.24Mg/100g et phosphore de 0.88 à 197.43 Mg/100g), et des teneurs en cendre de 0.77 à 1.5%, en carbohydrates de 60.48 à 77.17%, s en graisses de 2.58 à 18.77%, en fibres de 1.14 à 1.75% et en protéines de 6.16 à 10.92%. La valeur énergétique variait largement selon le taux d'incorporation de farine de millet perlé entre 447.84 à 1582 Kcal.

L'analyse sensorielle réalisée par les différents panélistes montre que l'incorporation de la farine de millet perlé dans la préparation des biscuits améliore l'apparence, la texture et l'acceptabilité générale des biscuits, cependant les biscuits avec 100% de farine de blé recoit les meilleurs scores concernant le gout et la saveur.

Les biscuits préparés à base de farine de millet perlé fermentée ou maltée ont donné des valeurs plus importantes en termes d'humidité, de protéines brutes, de fibres brutes et d'énergie, avec une teneur plus faible en matières grasses et en cendres, par rapport aux biscuits obtenus à partir de farine native. La fermentation et le maltage a également augmenté les teneurs de la majorité des acides aminés essentiels et non essentiels.

Mots-clés : millet perlé, biscuits, analyse nutritionnelles, analyse sensorielles, fermentation, maltage.

Abstract

The objective of this work is to evaluate the effect of the incorporation of pearl millet flour on the nutritional and sensory quality of biscuits prepared by Eneche (1999), Florence et al (2014), Adebisi et al (2017), Kulthe et al (2018) and Kendra (2020).

Comparison of the results of nutritional analyses showed that biscuits prepared with pearl millet contain mineral contents (calcium from 22.75 to 32.93Mg/100g, iron from 4.1 to 11.24Mg/100g and phosphorus from 0.88 to 197.43 Mg/100g), and ash contents from 0.77 to 1.5%, carbohydrates from 60.48 to 77.17%, fats from 2.58 to 18.77%, fibre from 1.14 to 1.75% and proteins from 6.16 to 10.92%. The energy value varied widely according to the rate of incorporation of pearl millet flour between 447.84 and 1582 Kcal.

The sensory analysis carried out by the different panelists shows that the incorporation of pearl millet flour in the preparation of the biscuits improves the appearance, texture and general acceptability of the biscuits, although the biscuits with 100% wheat flour received the highest scores for taste and flavour.

Biscuits prepared with fermented or malted pearl millet flour gave higher values in terms of moisture, crude protein, crude fibre and energy, with a lower fat and ash content, compared to biscuits obtained from native flour. Fermentation and malting also increased the contents of most essential and non-essential amino acids.

Keywords : pearl millet, biscuits, nutritional analysis, sensory analysis, fermentation, malting.

الهدف من هذا العمل هو تقييم تأثير دمج دقيق الدخن اللؤلؤي على الجودة الغذائية والحسية للبسكويت المحضر من قبل (Kulthe et al (2018)، (Adebiyi et al (2017)، (Florence et al (2014)، (Eneche (1999) و (Kendra. (2020).

أظهرت مقارنة نتائج التحليلات الغذائية أن البسكويت المحضر بالدخن يحتوي على محتويات معدنية (كالسيوم من 22.75 إلى 32.93 مجم / 100 جرام ، والحديد من 4.1 إلى 24.11 مجم / 100 جرام والفوسفور من 0.88 إلى 197.43 مجم / 100 جرام) ، ومحتويات الرماد من 0.77 إلى 1.5٪ ، كربوهيدرات من 60.48 إلى 77.17٪ ، دهون من 2.58 إلى 18.77٪ ، ألياف من 1.14 إلى 1.75٪ ، بروتينات من 6.16 إلى 10.92٪. اختلفت قيمة الطاقة بشكل كبير وفقاً لمعدل دمج دقيق الدخن اللؤلؤي بين 447.84 و 1582 كيلو كالوري. أظهر التحليل الحسي الذي أجراه أعضاء اللجنة المختلفون أن دمج دقيق الدخن في تحضير البسكويت يحسن مظهر البسكويت وملامسه وقبوله العام ، على الرغم من أن البسكويت الذي يحتوي على دقيق قمح 100٪ حصل على أعلى الدرجات من حيث الذوق والسمنة. نكهة.

أعطى البسكويت المحضر بدقيق الدخن المخمر أو المملح قيمة أعلى من حيث الرطوبة ، والبروتين الخام ، والألياف الخام والطاقة ، مع محتوى أقل من الدهون والرماد ، مقارنة بالبسكويت المتحصل عليه من الدقيق المحلي. كما أدى التخمير والتخمير إلى زيادة محتويات معظم الأحماض الأمينية

الكلمات المفتاحية: الدخن اللؤلؤي ، البسكويت ، التحليل الغذائي ، التحليل الحسي ، التخمير ، الشعير.

Liste des abréviations

F : figure.

FAI : fibres alimentaires insolubles

FAS : fibres alimentaires solubles

FAT : fibres alimentaires totales

OMS : organisation mondiale de santé

W : force boulangère

P : ténacité.

L : extensibilité.

G : gonflement.

FMP : farine de millet perlé.

NGSP : panélistes nigériens.

SASP : panélistes sud-africains.

FN – Farine native.

FF- Farine du millet fermentée.

FM – Farine du millet maltée.

BN – Biscuit native.

BF –Biscuit fermenté.

BM – Biscuit malté

Liste des tableaux

Tableau1 : Noms scientifiques et communs et régions de production des différents types de millet.

Tableau2 : Composition en acides aminés des grains de céréales

Tableau.3 : produits à base de millet perlé

Tableau4. : Correspondance, taux d'extraction et couleur des farines.

Tableau5. : Quantité des ingrédients utiliser pour la fabrication du biscuit

Tableau 6 : Comparaison entre la qualité nutritionnel et l'acceptabilité sensorielle entre les biscuits à base de farine du millet perlé (*Pennisetum glaucum*).

Tableau7. : Comparaison entre la composition approximative de quelques acides aminés essentiels et non essentiels dans les biscuits à base de farine du millet perlé

Tableau. 8 : Scores des critères d'évaluation sensorielle des différents types des biscuits.

Tableau9. : La composition de la farine et les biscuits du millet perlé.

Tableau.10 : La compositions en acides aminés de farine et biscuits du millet perlé fermenté et malté.

Tableau.11 : La composition minérale de farine et biscuits du millet perlé fermenté et malté.

Tableau.12 : Les scores des analyses sensorielles des biscuits natives, fermentés et maltés.

Liste des figures

Fig.1. Panicules de millet perlé (*Pennisetum glaucum*)

Fig.2. Les graines des différents types de millet

Fig. 3. Coupe longitudinale et des couches externes d'un grain de mil perlé.

Fig. 3. Aliments locaux traditionnelles à base de millet perlé. A) Fura, Nigeria; B) Porridge, Nigeria. C) Ladoo, Inde.

Fig. 4. Pain plat (*chapati*) à la farine de millet perlé en Inde. a) le mélange farine-eau est pétri pour obtenir une pâte cohésive ; b) les *chapati* cuits dans une plaque d'argile ; c) le plat de *chapati* préparé en Inde.

Fig-5 Résultats de l'évaluation sensorielle de biscuits à base de millet perlé par des panélistes nigériens (NGSP) et sud-africains (SASP).

Fig-6 Les notes donnés par les panélistes pour la couleur, la texture, l'arôme, l'acceptabilité, l'apparence et le gout des biscuits avec 100% de farine de blé et des biscuits avec 50% de farine de millet perlé.

Fig-7 Les notes donnés par les panélistes pour la couleur, la texture, l'arôme, l'acceptabilité, et le gout à des biscuits avec 50% de farine de millet perlé.

Fig-8 Les notes donnés par les pénalistes pour la couleur, la texture, l'arôme et l'acceptabilité pour les biscuits de 100% de farine de millet perlé.

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction	1
Chapitre I : Partie bibliographique	
I. Le millet	3
I-1. Définition	3
I-2. Classification de millet	4
I-2-1. Types de millet	4
I-2-2. Structure des grains de millet	5
I-3. Composition nutritionnelle des grains de millet	8
I-3-1. Protéines et acides aminés	8
I-3-2. Sucres et amidon	9
I-3-3. Lipides	10
I-3-4. Fibres alimentaires	10
I-3-5. Capacité phénolique et antioxydante	10
I-4-. Utilisation du millet dans l'alimentation humaine et animale	10
I-4-1. Exemples de quelques produits alimentaires à base de millet	11
I-4-1-1 Fura	11
I-4-1-2 Les porridges	12
I-4-1-3 Les pains plats	12
I-5- Les propriétés favorisant la santé	14
I-5-1. Propriétés hypoglycémiques	14
I-5-2. Propriétés anticancéreuses	14
II. Les biscuits	15
II-1. Définition du biscuit	15
I--2. Qualité des biscuits	16
II-3. Classification des biscuits	16
III. La farine	17
III-1. Définition de farine	17
III-2. Types de farines	17
III-3. Caractéristiques de la farine biscuitière	19

III-3-1. Caractéristiques physico-chimiques de la farine	19
III-3-2. Caractéristiques organoleptique de la farine	19
III-3-2-a. La couleur	19
III-3-2-b. L'odeur	20
III-3-2-c. La saveur	20
IV. Les Farines composées	20
V. La fermentation	21
Chapitre II : Matériel et méthodes	22
I . Matériel	24
II . Méthodes	24
II-1. Préparation de farine non fermentée	24
II-2. Préparation de la farine fermentée	24
II-3. Préparation de la farine maltée	25
II-4. Préparation des biscuits	25
II-5. Compositions approximatives et énergie totale des farines et des biscuits	26
II-6. Composition en acides aminés	26
II-7. Détermination de la composition des éléments minéraux à l'aide de l'ICP- OES« Inductively Coupled Plasma »	27
II-7-1. Digestion par micro-ondes	27
II-7-2. Analyse par spectrométrie d'émission optique à plasma induit par haute fréquence (ICP-OES)	28
II-8. Évaluation sensorielle	28
Chapitre III : Résultats, discussion et hypothèses	30
I. QUALITE NUTRITIONELLE	31
I-1 Les minéraux	31
I-2 La cendre	32
I-3. Les carbohydrates	32

I-4. Les graisses	33
I-5. Les fibres	34
I-6. Les Protéines	34
I-7. L'humidité	35
I-8. La valeur énergétique	35
I-9. Composition des acides aminés	37
II. Qualité sensorielle	38
III-Effet de la fermentation et le maltage	43
III-1. Effet sur la composition	43
III-2. Effet sur les acides aminés	45
III-3. Effet sur la composition minérale	47
III-4. Les effets sensoriels	48
IV-Conclusion	51

Introduction

Introduction

Le millet perlé (*Pennisetum glaucum*) est l'une des plus importantes cultures céréalières des tropiques et des pays en développement (Nambiar et al, 2011). Selon Reddy et al. (2013), le millet perlé est cultivé sur environ 27 millions d'hectares dans certains environnements tropicaux difficiles de l'Afrique subsaharienne et de l'Asie. C'est une culture polyvalente, utilisée pour l'alimentation, le carburant et les aliments pour animaux, (Florence-Suma & Urooji, 2014). Les principaux producteurs de millet perlé en Afrique subsaharienne sont le Nigeria, le Niger, le Burkina Faso, le Tchad, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal à l'ouest, le Soudan et l'Ouganda à l'est (Obilana, 2003). En Afrique australe, le millet perlé est principalement cultivé pour la subsistance des petits exploitants, mais son utilisation s'améliore lentement au fil des ans (Dlamini et Siwela, 2015). En Algérie, *Pennisetum glaucum* est cultivé dans les régions du Tidikelt (In Salah) et de l'Ahaggar (Tamanrasset) (Boudries, 2017).

Il a été prouvé que les grains de millet perlé contiennent des nutriments importants, notamment des protéines, des acides aminés soufrés, des minéraux comme le fer et le calcium, des glucides et plusieurs composés phénoliques qui contribuent aux propriétés antioxydantes des grains (Abdalla et al, 1998 ; Odusola et al, 2013 ; Sade, 2009).

Depuis longtemps, la fermentation et le maltage sont traditionnellement utilisés pour produire des produits fermentés et maltés indigènes aux qualités nutritionnelles, sanitaires et sensoriellement améliorées (Marsh et al, 2014 ; Ochanda, et al, 2010 ; Taylor et Duodu, 2015). Il a été signalé que ces processus réduisent les facteurs antinutritionnels tel que les phytates et améliorent la bio-accessibilité des nutriments (Marsh et al., 2014).

Parmi les produits prêts à consommer, les biscuits revêtent une grande importance car ils sont largement acceptés, abordables et ont une durée de conservation relativement longue (Florence et al, 2014 ; Iwegbue, 2012). En raison de leur grande diffusion, les biscuits ont également été fréquemment considérés comme un vecteur de substances saines ayant des propriétés antioxydantes ou prébiotiques (Ajila et al, 2008 ; Pasqualone et al., 2015). Peu d'études sont cependant disponibles dans la littérature sur la qualité nutritive et les propriétés de promotion de la santé des grains de millet perlé fermentés et maltés (Adebiyi et al 2016 ; Odusola et al, 2013 ; Sade et al, 2009 ; Taylor & Duodu, 2015). En outre, il existe peu d'informations sur le développement des produits RTE à base de millet perlé et sur l'évaluation de l'acceptabilité de ces produits. Par conséquent, cette étude visait à étudier l'effet de l'incorporation de la farine de millet perlé dans sa forme native, fermentée ou malté

sur les qualités nutritionnelles et sanitaires des biscuits. Un autre objectif était d'évaluer l'acceptabilité sensorielle de ces biscuits.

Notre étude s'est basée sur la comparaison des travaux de recherche réalisés pendant la dernière décennie (**Eneche 1999 ; Mokrane, 2010 ; Florence et al. 2014 ; Adebisi et al. 2017 ; Kulthe et al. 2018 ; Kendra 2020**) sur le millet perlé et son effet sur la qualité nutritionnelle et sensorielle dans la préparation des biscuits.

Notre mémoire est présenté en trois chapitres, le premier est consacré à une synthèse bibliographique, le deuxième collecte le matériel et les différentes méthodes utilisées par les différents auteurs pour préparer le biscuit et analyser ses paramètres de qualité nutritionnelle et sensorielle. Dans le dernier chapitre, nous nous sommes intéressés à comparer les résultats obtenus par ses auteurs, à les discuter et à en déduire des conclusions.

I. Millet

1- Définition

Le millet perlé est classé avec le blé, le riz, le maïs et l'orge. Le millet est une source de nourriture importante pour des millions de personnes, en particulier celles qui vivent dans les régions chaudes et sèches du monde. Ils sont principalement cultivés dans des zones marginales, dans des conditions climatiques et agricoles défavorables pour les principales céréales. (**Adekunle, 2012**). Le mil est classé avec le maïs et le sorgho et dans la sous-famille des herbes *Panicoideae* (**Yang et al., 2012**). Le millet est la principale source d'énergie et de protéines pour des millions de personnes en Afrique. Il a été rapporté que le millet a de nombreuses fonctions nutritives et médicales (**Obilana et Manyasa, 2002 ; Yang et al., 2012**). C'est une culture qui résiste à la sécheresse et qui peut être stockée longtemps sans être endommagée par les insectes (**Adekunle, 2012**).



Fig.1. Panicules de millet perlé (*Pennisetum glaucum*). (**Mokrane, 2010**)

2. Classification de millet

2-1. Types de millet

Les millets sont de petites graines de la famille des graminées et appartiennent à l'ordre des Poales et à la famille des Gramineae (**Dendy 1995**). Ils couvrent dix genres et au moins 14 espèces. Les millets les plus couramment cultivés sont les millets perlés et les petits millets. Les types de petits millet incluent le millet à doigts, le millet à proso, le millet foxtail, le millet de barnyard, le petit millet et le kodo, le fonio, le teff, le browntop et le millet australien sont les espèces de millet les moins cultivées (**Rachie 1975**). Le (**tableau 1**) présente les noms communs des millets utilisés dans différents pays et leur taxonomie.



Fig.2. Les graines des différents types de millet. (**Adekunle, 2012**).

Tableau1 : Noms scientifiques et communs et régions de production des différents types de millet.

Nom scientifique	Nom commun	Taxonomie	Région de production
<i>Pennisetum glaucum</i>	Perle, bajra, cattail, bulrush, chandelier, stick, sanyo, munga, seno.	Paniceae	L'Inde, Afrique occidentale, est et sud de l'Afrique
<i>Eleusine coracana</i>	Finger, ragi, African, patte d'oiseau, rapoko, Hunsu, wimbi, bulo, telebun, koracan, kurakkan.	Eragrostideae	Inde, Afrique orientale, Afrique du sud, Ouganda, Tanzanie, Sri Lanka, Malaisie, Chine, Népal.
<i>Setaria italica</i>	Foxtail, Italien, Allemand, Hongrois, Sibérien, kangani, navane, thanahal.	Paniceae	Chine, Inde, Europe de l'Est.
<i>Panicum milliaceum</i>	Proso, commun, hog, broom, samai, Russe.	Paniceae	Chine, Russie, Kazakhstan, Ukraine, Inde, Japon.
<i>Panicum sumtense</i>	Petit, heen meneri.	Paniceae	Inde.
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	Kodo, varagu, ditch, naraka, paspalum indien.	Paniceae	Inde.
<i>Paspalum scrobiculatum</i>	Barnyard, japonais, sanwa, sawan, coréen, kweichou.	Paniceae	Inde, Japon, Chine, Malaisie
<i>Eragrostis tef</i>	Teff.	Eragrostideae	Ethiopie, Australie.

Source : (ICRISAT, 2012 ; Serrano-Saldivar & Rooney, 1995 ; Tyler & Emmanuel, 2008).

2-2. Structure des graines de millet

Il existe différentes variétés de millet. Ces variétés au sein des types peuvent différer en fonction de nombreux facteurs, notamment les propriétés des graines, la région cultivée, la composition des grains, la sélection et la génétique (**Colosi et Schaal 1997 ; Gelinas et Mckinnon 2006**). La structure du grain de millet est similaire à celle des autres grains de céréales, avec trois parties principales, à savoir l'endosperme, le germe et le péricarpe. Le péricarpe est l'élément le plus extérieur du grain et se compose de trois sous-couches : l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe. L'épicarpe peut avoir de 1 à 4 couches d'épaisseur et peut contenir des pigments qui donnent de la couleur aux grains. Sous l'endocarpe se trouve le testa ou enveloppe du grain (**Mcdonough et Rooney 1989**). L'endosperme est constitué de la couche externe d'aleurone et de l'endosperme amylicé. Les cellules d'aleurone sont situées sous l'enveloppe du grain. L'endosperme amylicé peut être classé en composants périphériques, farineux et cornés. La partie cornée est dure et vitreuse et se trouve principalement dans la couche externe, tandis que la composante farineuse est molle et farineuse et prédomine au centre de l'endosperme (**Mcdonough et al. 1986**). Le rapport de ces trois composants peut varier selon les différents types de millet et peut donc affecter la dureté du grain et la sensibilité des grains aux enzymes (**Hadimani et al. 1995 ; FAO 1995**). Le grain de millet perlé comprend 75% d'endosperme, 17% de germe et 8% de péricarpe (**Salvidar et Rooney 1995**). Le millet perlé a un germe plus gros que celui des autres céréales. L'enveloppe de la graine du millet est étroitement liée à la couche d'aleurone et à l'endosperme amylicé (**Mcdonough et al. 1986**). L'endosperme du millet, comme celui des autres céréales, est principalement composé d'amidon, puis de protéines et de lipides (**FAO1995 ; Sramkova et al. 2009**). L'amidon contenu dans l'endosperme peut contribuer à près de 94 % de l'amidon total du grain. Le germe de céréale est généralement relativement riche en protéines et en lipides et ne contient pas d'amidon. Le péricarpe est une source très importante de fibres, de lipides et de composés phénoliques (**Abdelrahman et Hoseney 1984 ; FAO 1995 ; Dykes et Rooney 2006**). Les vitamines et les minéraux sont principalement concentrés dans l'aleurone, le germe et le péricarpe (**Taylor 2004**). La répartition des protéines dans les millets serait approximativement la suivante 60 % dans l'endosperme, 30 % dans le germe et 10 % dans le son (péricarpe + aleurone) tandis que les lipides seraient distribués comme suit : 87% dans le germe, 6% dans l'endosperme et 5% dans le son. Cette répartition peut varier selon les différents types de millets (**Abdelrahman et Hoseney 1984 ; FAO 1995**).

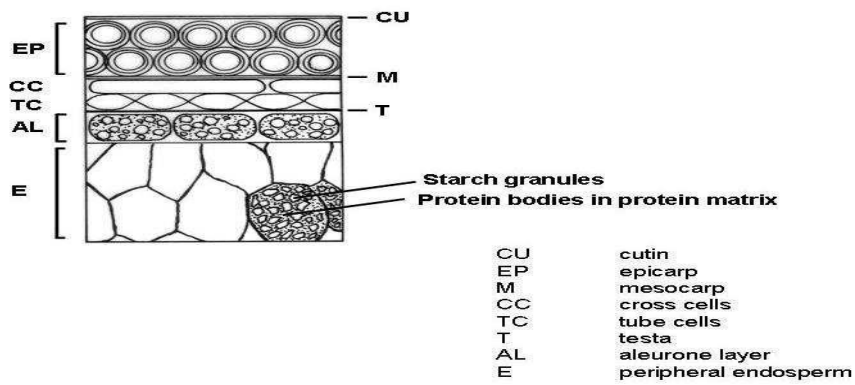
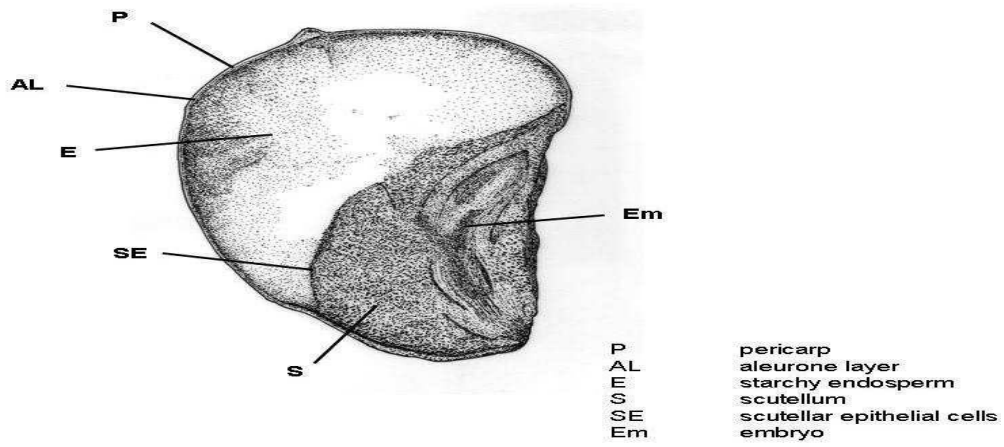


Fig. 3. Coupe longitudinale et des couches externes d'un grain de mil perlé. (Mokrane. 2010).

3- Composition nutritionnelle des grains de millet

Il est unique parmi les céréales en raison de sa richesse en calcium, en fibres alimentaires et en polyphénols (**Devi et al. 2011**). Le millet est une source des nutriments et contient 60-70% d'hydrates de carbone alimentaires, 6-19% de protéines, 1,5-5% de graisses, 12-20% de fibres alimentaires et 2-4% de minéraux, (**Haldimani et al. 1995**).

3-1. Protéines et acides aminés

La teneur moyenne en protéines du petit millet serait de 7,7 à 11,8 % (**Hulse et al. 1980**). La teneur en protéines du millet perlé se situe entre 8 et 19 % (**Salvidar et al. 1991**). Les protéines du millet ont trois fractions principales : Fraction I- albumine+globuline, Fraction II- vraie prolamine+prolamine similaire, Fraction III- véritable glutéline+glutéline comme. La fraction albumine et globuline qui forme 8,5-16,26% des protéines totaux, la fraction prolamine 15-30%, et la fraction glutéline prédominante avec un taux de 45-55% de la protéine totale dans les petits mils, à l'exception de la séttaire qui a une teneur plus élevée en prolamine 60% que la glutéline 15,23%.Cependant le millet perlé comprend une teneur en prolamines de 33-49,5%, en glutélines de 30-45% et en globulines plus albumines de 18-26% (**Chanda et Matta 1990 ; Parmeswaran et Thaymanavan 1995**).

Concernant les acides aminés les millets contiennent généralement des quantités importantes d'acides aminés essentiels, en particulier les acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) ; ils sont également plus riches en graisses que le maïs, le riz et le sorgho (tableau 2) (**Obilana et Manyasa, 2002**).

Tableau2 : Composition en acides aminés des grains de céréales

Acides aminés Maïs Blé Sorgho Seigle Orge Riz Millet

Leucine	10.7	12.3	6.8	12.9	5.4	6.8	9.5
Isoleucine	4.4	3.6	3.3	3.7	2.0	3.6	3.9
Valine	4.9	5.1	4.3	4.6	3.0	4.9	4.9
Threonine	4.0	3.8	2.8	3.7	2.8	3.4	3.3
Arginine	4.6	4.9	4.9	3.9	4.4	5.0	0.9
Lysine	3.1	2.8	2.7	2.1	2.8	3.7	3.2
Methionine	1.1	2.1	1.7	1.7	1.5	1.9	1.8
Cysteine	1.5	1.8	2.0	1.9	Na	2.0	1.8
Tryptophan	1.4	0.7	1.3	1.2	1.0	1.7	1.4
Acide Glutamic	23.0	18.8	32.8	20.6	22.2	26.1	1.46
Alanine	8.7	7.5	3.7	8.9	3.9	3.9	8.1
Proline	5.8	8.7	15.7	7.7	7.8	11.9	8.2
Aspartic Acid	8.5	6.9	5.5	6.6	5.4	6.2	7.2
Phenylalanine	4.4	4.9	5.2	5.2	4.2	5.6	4.1
Tyrosine	3.0	4.1	2.1	2.7	1.9	2.9	3.0
Histidine	2.3	3.0	2.7	1.9	1.8	2.2	1.7
Glycine	2.7	4.1	4.3	3.7	4.0	3.6	0.7
Serine	5.2	4.7	4.7	4.9	4.4	4.2	5.4

*ND: non définie

(Adebiyi et al. 2017); (Osman, 2011) ; (Saldivar, 2003) ; (Taylor, 2016).

3-2. Sucres et amidon

Les sucres libres présents dans le millet sont le glucose, le fructose, le saccharose et la raffinose et leur teneur varie de 1 à 1,4%, le saccharose (0,3 à 1,2%) étant le sucre prédominant **(Malleshi, 1986)**. Les sucres totaux de millet perlé et des petits millets varient de 1,4 à 2 %, le proso ayant la teneur la plus élevée. L'amidon total des millets varie entre 64 et 79 % **(Krishnakumari et Thayumanavan, 1995 ; Geervani et Eggum, 1989)**. La teneur en amylose des millets varie de 26 à 30 % et la teneur en amylopectine de 69 à 74 % **(Krishnakumari et Thayumanavan, 1995)**

3-3. Lipides

La plupart des lipides du millet sont présents sous forme de lipides libres (60 à 70 %), en plus des lipides liés et structurels. Contrairement aux autres types de millet, le millet à doigts présente des proportions presque égales de lipides libres et liés (**Sridhar et Laxminarayana ,1994**). La teneur en lipides libres pour le kodo, le millet à doigts, le millet de basse-cour, le millet à petits grains, le millet proso et le millet à queue de renard est respectivement de 3,4%, 5,2%, 5,7%, 5,4%, 5,6% et 5% (**Sridhar et Laxminarayana, 1994**). Le millet perlé a une teneur en lipides libres de 6 à 8% (**Lai et Martson ,1980**).

3-4. Fibres alimentaires

Le mil est une riche source de fibres alimentaires insolubles (**FAI**) et solubles(**FAS**) et présente un taux de fibres alimentaires totales (**FAT**), comparable voire supérieur à celui des autres céréales. La décortication diminue considérablement la (**FAT**) du millet. Des études sur l'échine, le kodo, la sétaire et le petit mil ont indiqué que la (**FAI**) était de 18 à 30 % et la (**FAS**) de 0,6 à 2 % sous forme entière et la décortication a réduit la quantité de (**FAI**) de 1,5 à 3 % et la (**FAS**) de 0,3 à 0,9 % (**Geervani et Eggum, 1989**). Des rapports sur les millets proso ont montré que le (**FAT**) de 12-20% dans les variétés de grains entiers a diminué à 3-5% après la décortication (**Bagdi et al, 2011**). De grandes variations (7-21,2 %) de la teneur en (**FAT**) de dix variétés de millet à doigts à grains entiers ont été signalées (**Premavalli et al, 2004**).

3-5. Capacité phénolique et antioxydante

La teneur du millet en composés phénoliques serait plus élevée que celle de certaines céréales importantes comme l'orge et le blé (**Chandrashekhar et Shahidi, 2010**). Le millet contient des acides phénoliques, qui sont situés dans le péricarpe, les testa, la couche d'aleurone et l'endosperme (**McDonough et Rooney, 2000**). Des études ont fait état d'une forte activité antioxydante des extraits de la fraction riche en son par rapport à la farine raffinée (**Suma et Urooj, 2010**). Les effets de la transformation, à savoir la fermentation et la germination, sur les (tanins et phytates) qui sont considérés comme des anti-nutriments ont été démontrés (**Khetarpaul et Chauhan, 1989**) ; (**Sade, 2009**). En plus de l'effet de la décortication sur les acides phénoliques libres et liés ont été limitée. En général, les principaux acides phénoliques du millet sont les acides férulique, p-coumarique et cinnamique (**McDonough et Rooney 2000**).

4- Utilisations du millet dans l'alimentation humaine et animale

Le millet est une culture de subsistance importante dans les régions semi-arides et tropicales

d'Asie et d'Afrique en raison de sa résistance aux parasites et les maladies, la courte saison de croissance, la capacité à prospérer dans des sols moins fertiles et la productivité dans des conditions de chaleur et de sécheresse (FAO, 1995). Toutefois, aux États-Unis, le millet perlé est cultivé pour le pâturage d'été et le foin, tandis que le millet commun est cultivé dans les grandes plaines, principalement dans le Dakota, le Colorado et le Nebraska la principale culture de millet au Canada est le millet commun cultivé dans les prairies canadiennes(Lyon et al, 2008).

En générale en l'Amérique du nord, les grains de millet sont principalement utilisés pour l'alimentation animale et les graines pour oiseaux. Dans les zones de culture traditionnelles d'Afrique, d'Asie de l'Est et du sous-continent indien, le millet est préparé pour la consommation de différentes manières en utilisant la farine et le malt des grains. Les aliments préparés à partir de millet varient selon les continents, les pays et les régions d'un même pays, et comprennent des bouillies, des produits cuits à la vapeur, des pains fermentés et non fermentés (en Ethiopie et Soudan). Le couscous, les snacks à base de mélanges avec des farines de légumineuses et les produits non fermentés ou de boissons fermentées (en Afrique) sont fabriqués à partir de millet grossièrement ou finement moulu la farine (le degré de finesse est souvent important), généralement avec séparation et l'élimination du son. (Hulse et al. 1980), (Hoseney et al. 1987), (Appa Rao, 1987 ; Sautier et O'Deyes, 1989) : (Rooney et McDonough 1987), (Saldivar et al. 1990) et (Murty & Kumar, 1995).

4-1. Exemples de quelques produits alimentaires à base de millet

Parmi ces préparations destinées à la consommation humaine on peut citer :

4-1-1 Fura

-Fura, une boule de courte durée de vie (**Fig. 3a**) obtenue par cuisson d'un mélange de farine de millet perlé fermentée et non fermentée et d'épices est largement consommée au Nigeria (**Adebiyi et al. 2016**). Selon les régions, il est consommé avec du yaourt ("*nono*") ou écrasé dans de l'eau avant d'être consommé sous forme de bouillie (**Filli et al. 2013**).

4-1-2 Les porridges

-Les porridges, peuvent être préparés à partir de farine de millet perlé comme produit alimentaire fermenté ou non fermenté, étant le principal produit alimentaire à base de millet perlé consommé (Fig3.b) (Adebiyi et al. 2016).

4-1-3 Les pains plats

Les pains plats sont des produits sans gluten très populaires qui peuvent être fabriqués avec de la farine de millet perlé non fermentée avec de l'eau chaude, comme le *Chapati*, le *Rotti* ou le *Rotla*, typiques de l'Inde (Siroha et al, 2016) ou, avec de la farine de millet perlé fermentée comme le Lohoh, d'Arabie Saoudite (Osman, 2011) (Fig4).



Fig. 3. Aliments locaux traditionnelles à base de millet perlé. A) Fura, Nigeria; B) Porridge, Nigeria. C) Ladoo, Inde. (Adebiyi et al. 2016), (Filli et al. 2013).



Fig. 4. Pain plat (*chapati*) à la farine de millet perlé en Inde. a) le mélange farine-eau est pétri pour obtenir une pâte cohésive ; b) les *chapati* cuits dans une plaque d'argile ; c) le plat de *chapati* préparé en Inde. (Siroha et al, 2016).

Tableau.3 : produits à base de millet perlé

Produit	Pays	Ingrédients	Référence
Boules de Fura	Nigeria	Mélanges extrudés de farines de perle et de soja, de poivre noire et de gingembre	Filli, Nkama, Jideani, & Ibok (2013)
Chapati (pain plat)	Inde	Farine de millet perlé et eau	Tou et al. (2006)
Biscuits	Afrique du sud	Farines de millet, fermentée ou brute farine de soja dégraissée	Omoba,et al. (2015)
	Nigeria	Farines de perlite germée et fermentée, sucre, huile de tournesol, extrait de vanille, levure, eau	Adebiyi,et al. (2016)
Pains	Inde	Farine de millet perlé, farine de blé, levure, chlorure de sodium, eau	Maktouf et al. (2016)
Kibbeh sans gluten	Brésil	Viande mélangée, farine de millet perlé, huile de soja, sel, menthe, persil, l'ails.	Brasil et al. (2015)

5- Les propriétés favorisant la santé

Selon **Annor et al. (2015)** et **Patel, (2015)**, les grains de millet perlé ont plusieurs propriétés fonctionnelles, en raison de leur teneur élevée en fibres, de leur composition en acides gras et de leurs composés phytochimiques. En plus de ses caractéristiques anti-inflammatoires, anti hypertensives, anti cancérigènes et de la présence de composés antioxydants, le millet perlé contribue également à réduire le risque du diabète, de maladies cardiovasculaires, de maladies inflammatoires et d'athérosclérose (**Chandrasekara & Shahidi, 2011 ; Romier et al. 2009**).

5-1. Propriétés hypoglycémiques

En général, le diabète peut être déclenché par des prédispositions génétiques, l'obésité et une consommation élevée d'aliments à indice glycémique élevé. Selon **Nani et al. (2012)**, et **Ugare et al. (2014)**, l'utilisation de grains de millet pour développer de nouveaux produits peut aider à prévenir le risque de diabète, en raison de leur faible taux de glycémie. (**Nani et al. 2012**) ont évalué l'effet de la consommation de millet perlé (*Pennisetum glaucum (L.) R. Br.*) sur le métabolisme du glucose chez les rats diabétiques. Les auteurs ont conclu que la consommation de farine de millet perlé peut être utile pour corriger l'hyperglycémie causée par le diabète de type 2, et donc réduire l'intensité de la maladie. **Hegde et al. (2005)**, ont observé que les animaux consommant un aliment contenant 55% de farine de millet de kodo ont entraîné une réduction de 42% de l'hyperglycémie, 27% du cholestérol et une augmentation des niveaux d'antioxydants enzymatique et non enzymatique (glutathion réductase) ces effets reviennent à certaines caractéristiques du grain de millet et des propriétés de son amidon. Selon **Annor et al. (2017)**, les grains de millet contiennent plus d'amidon lentement digestible que les autres céréales, ce qui est dû aux caractéristiques de l'amidon, telles que sa teneur en amylose, sa structure granulaire (format polygonal avec des surfaces poreuses), teneur en acide oléique capables de former des complexes avec les molécules d'amidon, les interactions amidon-protéine-lipide et la teneur élevée en fibres. En outre, la présence de substances phytochimiques (acides phénoliques, flavonoïdes et phytates) peut contribuer à inhiber l'action des enzymes gastro-intestinales, amylase (pancréatique) et glycosidase (intestinale) qui hydrolysent l'amidon, les oligosaccharides et les disaccharides en monosaccharides, réduisant ainsi l'hyperglycémie corporelle (**Shobana et al, 2009, Hyun, & Kim, 2011, Cao & Chen, 2012 ; Kim et al. 2014**).

5-2. Propriétés anticancéreuses

Le cancer est la deuxième cause de mortalité dans le monde, avec environ 8,8 millions de décès en 2015. Les types de cancers les plus meurtriers sont : le cancer du poumon (1,69 millions) ; foie (788 000) ; colorectal (774 000) ; estomac (754 000) et sein (571 000 décès) (OMS, 2017). Bien que la maladie soit liée à différents facteurs tels que la prédisposition génétique, le tabagisme, l'obésité, l'inflammation chronique, l'âge, l'immunosuppression et les radiations, les recherches montrent que le choix des aliments consommés au cours de la vie peut également influencer la prédisposition à développer cette maladie (National Cancer Institute, 2015). Dans des pays comme l'Inde, le Burkina Faso et le Nigeria, où l'alimentation de base est constituée de petites céréales, principalement le millet, l'incidence du cancer est faible par rapport aux pays qui se basent sur des céréales telles que le maïs et le blé (Van Rensburg, 1981 ; Chen et al. 1993 ; OMS et partenaires des Nations unies, 2015). Certaines études médicales ont suggéré que les peptides, les protéines et les acides phénoliques présents dans les grains de millet pourraient être prometteurs dans la prévention et le traitement du cancer (Shan et al. 2014 ; Shan et al., 2015 ; Srikanth & Chen, 2016). Les acides phénoliques tels que le férulique et le p-coumarique, présents dans le millet perlé entier (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), ont la capacité de réduire les cellules tumorales HT29 Chandrasekara & Shahidi (2011). (Nishizawa et al. 2002) ont signalé une réduction de la prolifération des cellules inflammatoires hépatiques chez des rats nourris avec un régime à base de millet commun à 20 % de protéines (*Panicum miliaceum* L). Dans une recherche similaire, (Zhang, Liu, & Niu 2014) ont observé que les grains de millet proso ont également une activité antiproliférative *in vitro* contre les cellules cancéreuses du foie humain. (Shan et al. 2014) ont constaté que la peroxydase dérivée du son de millet provenant de la sétaria (*Setaria italica*), a une utilisation thérapeutique potentielle pour traiter le cancer du côlon rectal, en raison de son fort pouvoir inhibiteur sur la prévention de la croissance des cellules cancéreuses dans les tests *in vitro* et *in vivo*. Toutefois, la fonctionnalité du grain est directement liée au type de transformation qui lui est appliqué. Par contre (Chandrasekara & Shahidi 2011a), ont observé que les grains de millet perlé décortiqués ont une activité anti cancérogène plus faible que les grains entiers.

II. Les biscuits

1. Définition du biscuit

L'origine du mot biscuit est « Bis-Cuit », qui signifie subir une double cuisson. A ses débuts, le biscuit étant en effet une sorte de galette nécessitant une première cuisson, puis un passage dans des compartiments au-dessus du four ou dans une étuve pour terminer l'évaporation de son humidité (Menard et al., 1992). Cette double cuisson n'est plus

pratiquée actuellement en biscuiterie et il sera plus juste d'entendre le terme biscuit par « bien cuit »

Le terme biscuit se réfère au produit cuit contenant trois ingrédients principaux : farine, graisse, sucre, et autres produits alimentaires, parfum et condiments autorisés, susceptible, après cuisson de conserver ses qualités organoleptiques et commerciales pendant une durée supérieure à un mois, et peuvent dépasser une année (biscuiterie sèche) ou un temps limite en fonction d'un débit régulier assez rapide (pâtisserie industrielle) » (**Mohtejji-Lambalais, 1989**) ;(**Pareyt et Delcour, 2008**).

Le développement des biscuits peut être un meilleur choix que n'importe quel autre produit en raison de la durée de conservation relativement longue, de la consommation étendue, de la forme prête à consommer et d'une meilleure appétibilité (**Tse et al., 1973**).

D'après **Dotsey (2003)** l'urbanisation a augmenté la consommation des produits alimentaires et de boulangerie entraînant des coûts de production élevés ainsi que l'augmentation de la demande d'importation de blé.

2. Qualité des biscuits

La qualité du biscuit est régie par la nature et la quantité des ingrédients utilisés. Dans la fabrication des biscuits, les principaux ingrédients sont la farine, l'eau, le sucre, la graisse et le sel les autres ingrédients qui peuvent être inclus dans la formule de la pâte à biscuits sont les agents de levage chimiques, les sirops, le sel et les émulsifiants, bien que ces ingrédients ne soient généralement utilisés qu'à faible dose. Plusieurs auteurs ont tenté de décrire l'effet des ingrédients d'une pâte et d'une formule sur la structure finale du produit et ont signalé une corrélation entre les caractéristiques des matières premières spécifiquement la farine et la qualité du produit (**Abboud et al., 1985 ; Gaines, 1982 ; Manohar & Rao, 1999 ; Pareyt & Delcour, 2008**). La différence de variété variera également en ce qui concerne la teneur en protéines et la qualité. Selon (**De La Roche et Fowler, 1975**), une augmentation de la teneur en protéines tend à réduire la longueur du biscuit après la cuisson. Contrairement à la panification, où l'importance quantitative et qualitative des protéines est bien connue, l'influence du gluten sur la qualité des pâtes à biscuits est de difficile à définir.

3. Classification des biscuits

Il n'existe pas de classification officielle des biscuits en raison de la très grande variété des

productions et de la multiplicité des composants pouvant entrer dans diverses fabrications.

Cependant, une classification peut être envisagée en se basant sur la consistance de la pâte avant cuisson (**Mohtej-Lambalais, 1989 ; Feillet, 2000**) :

- Les pâtes dures ou semi dures donnant naissance au types des biscuits secs, sucrés et salés : casse-croute, sablés, petit beurre, etc. C'est une fabrication sans œufs qui représente environ 60 % de la consommation des biscuits.
- Les pâtes molles s'adressent à la pâtisserie industrielle (à ne pas confondre avec la pâtisserie fraîche). Il s'agit à la fois de biscuits secs, tels que boudoirs, langues de chat et d'articles moelleux tels que génoises, madeleines, cakes, macarons. La particularité de ces biscuits et leur richesse en œuf et en matière grasse. Ils représentent environ 26.5% de la consommation.
- Les pâtes qui ont une forte teneur en lait ou en eau et contiennent peu de matières grasses.

Ce sont les pâtes à gaufrettes (10.5% de la consommation). Plusieurs facteurs peuvent influencer la qualité des biscuits tels que ; la qualité et le niveau des ingrédients utilisés, les conditions de fabrication tels que le pétrissage, le repos et le moulage de la pâte, et enfin la cuisson et le refroidissement des biscuits (**Maache-Rezzoug et al., 1998 ; Manoharr et FAO, 2002**)

III. La farine

1. Définition de farine

« La dénomination de farine, sans autre qualificatif, désigne exclusivement le produit de la mouture de l'amande du grain de froment nettoyé et industriellement pur » (**Clavel, 1964**).

2. Types de farines

Suivant la force des farines, on distingue plusieurs types de farines :

- Les farines faibles ; qui peuvent donner de bons résultats en biscuiterie sèche.
- Les farines de force ; elles sont utilisées pour la biscotterie, la pâtisserie et la viennoiserie et peuvent également servir en coupage avec les farines faibles.
- Les farines panifiables ; de force boulangère moyenne utilisées en boulangerie.

Quand on se réfère à la force boulangère représentée par le W, au rapport de configuration P/L (équilibre entre la ténacité P et l'extensibilité L) et au gonflement G, les farines peuvent être classées en :

-Farine faible, impanifiable $W < 70$.

-Farine de biscuiterie $80 < W < 100$ $0.3 < P/L < 0.4$.

-Farine panifiable $130 < W < 180$ $0.4 < P/L < 0.6$ $G \geq 18$.

-Farine de biscotterie $180 < W < 200$ $0.4 < P/L < 0.6$ $G \approx 20$.

-Farine améliorante $200 < W < 250$ $G > 23$.

-Farine de force $W \geq 250$.

(Fourar, 2005).

Mais si on se réfère au taux de cendre cendres, c'est-à-dire le poids de matière minérale contenue dans 100 grammes de matière sèche, la réglementation, classe les farines par « type » :

-Farine type 45 ; avec une teneur en cendre au-dessous des 0.50% ;

-Farine type 55 ; avec une teneur en cendre de 0.50% à 0.60% ;

-Farine type 65 ; avec une teneur en cendre de 0.62% à 0.75% ;

-Farine type 80 ; avec une teneur en cendre de 0.75% à 0.90% ;

-Farine type 110 ; avec une teneur en cendre de 1 % à 1.20%

-Farine type 150 ; avec une teneur en cendre au-dessus de 1.40%.

Par exemple, sont utilisés pour la pâtisserie le type 45, pour le pain courant les

types 55 et 65, le pain complet le type 150 (**Cabrol, 2006**).

3. Caractéristiques de la farine biscuitière

Les caractéristiques d'une farine dépendent de plusieurs paramètres et facteurs sont :

- L'automatisation de fabrication.
- La qualité des variétés de blé.
- La teneur en gluten.
- L'état de l'amidon.
- La composition chimique de la farine.
- La saison et le milieu de croissance.

Par conséquent pour obtenir une pâte aux propriétés constantes et un biscuit de bonne qualité et de conservation parfaite, on doit exiger de meunier l'une des caractéristiques les plus précieuses de la farine : la régularité, évaluée lors de la production ou des ajustements de formules qui sont inévitables afin de satisfaire les normes de la qualité des produits finis (**Boudreau et Ménard, 1992**).

3-1. Caractéristiques physico-chimiques de la farine

Les caractéristiques d'une farine destinée à la biscuiterie selon les normes recommandées sont les suivantes (**Boudreau et Ménard, 1992**) :

- Taux d'humidité : 13.5 à 14.5%.
- Taux de cendre : 0.62 à 0.70%
- Gluten sec : 5 à 7%.
- Gluten humide : 20 à 24%.
- Acidité : 0.05%/ MS.

3-2. Caractéristiques organoleptique de la farine

a- La couleur

La couleur varie avec l'espèce et le taux d'extraction défini comme le pourcentage en masse de grains transformés en farine (**Tableau**) (**Cheftel,1979**).

Tableau4. : Correspondance, taux d'extraction et couleur des farines.

Taux d'extraction	70%	70-80%	>80%
Farine de blé	Blanc	Jaune	Marron
Farine de millet	Blanc	Gris-clair	Gris
Farine de maïs	Crème	Jaune-clair	Jaune

Source : Etude technique de la transformation du millet (Cheftel, 1979 et ITA, 1986)

b- L'odeur

L'odeur est modifiée par la présence de son (farine à taux d'extraction élevée), elle est rance, acide ou âcre pour les farines altérées (**Lecoq, 1965**).

c- La saveur

Les farines céréaliers ont une saveur caractéristique qui est modifiée par l'altération ou l'addition de particules étrangères issues de graines différentes de celles de base. Les farines ne doivent pas crisser sous la dent (sable) (**Lecoq, 1965**).

IV. Les Farines composées

Le concept de l'utilisation des farines composées pour compléter le blé de la fabrication du pain et des biscuits n'est pas nouveau, l'augmentation globale de la production de blé depuis la révolution verte et la réduction de son prix en termes réels ont stimulés la consommation de cette céréale (**FAO, 1995**).

On a au départ utilisé le terme « technologie de farine composites » pour décrire le processus de mélange de farine de blé avec des farines, d'autres céréales et légumineuses pour la fabrication du pain et des biscuits, cependant, le mélange de farine d'autres céréales, de racines et de tubercules, de légumineuses ou d'autres éléments peut aussi être considéré comme de la

technologie de farine composites (**Dendy, 1992**). Un exemple est le cas du mélange de farine de sorgho et de maïs pour la confection des tortillas (**FAO, 1995**).

L'utilisation du sorgho ou le millet pour la fabrication du pain, il faut ajouter des améliorateurs du pain ou modifier le processus de la fabrication, le niveau de substitution possible est plus élevée avec de la farine de blé dure qu'avec la farine de tendre (**Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique, 1985**).

V- La fermentation

La fermentation est une méthode de traitement des céréales et des légumineuses qui a fait ses preuves depuis longtemps (**Siegel et Fawcet, 1978**). Elle modifie certaines caractéristiques physiques des céréales et des légumineuses, augmente le niveau de certains nutriments, la disponibilité des protéines et la digestibilité des protéines in vitro (**Hesseltine, 1965**), elle diminue les niveaux d'anti nutriments (**Tomkins et al, 1987**), et entraîne la dégradation des composants des céréales, en particulier de l'amidon et des sucres solubles, par les enzymes des céréales et des milieux fermentés (**Chavan & Kadam, 1989, 1989b**). Selon (**Quinn et al, 1975**), la fermentation entraîne une augmentation de la valeur nutritive et de la salubrité par rapport à la matière première et peut également entraîner des modifications aux niveaux de vitamines.

En général, en Afrique et en Asie, le sorgho et le mil sont consommés après décortication ; les grains sont mouillés et décortiqués traditionnellement à l'aide d'un mortier et d'un pilon en bois. On constate que la décortication diminue les anti-nutriments du millet perlé, diminuant ainsi la poly-phénols et acide phytique (**Monawar, 1983**).

La fermentation est en fait une méthode de transformation alimentaire prometteuse qui peut être utilisée pour diversifier les utilisations alimentaires de certains aliments végétaux sous-exploités comme le millet.

Matériel et méthodes

10% du travail a été réalisé au sein de la biscuiterie « Cherchell ». On a préparé des biscuits avec 25% de farine de millet perlé préparée à partir de grains de millet achetés sur un marché local de « Tipaza » selon la recette suivante

Ingrédients	Quantité (g)	Pourcentage%
Farine	500	66.64
Sucre	92	12.21
Graisse alimentaire	82	10.88
Glucose	10	1.32
Bicarbonate d'ammonium	5	0.66
Bicarbonate de soude	1	0.13
Sel	3	0.39
Acide pyrophosphate	2	0.26
Eau	58	7.70
Totale	753	100

On a obtenu des biscuits



Mais à cause de la pandémie de covid-19 on n'a pas pu terminer le travail, donc on a réalisé un travail théorique comparatif entre des travaux similaires à notre étude.

Notre travail a traité l'effet de l'incorporation de la farine de millet dans la préparation des biscuits dans différentes conditions, sur leur qualité nutritionnelle et sensorielle. Cette étude s'est basée sur cinq travaux de recherche (**Eneche, 1999 ; Mokrane. 2010, Florence, S. P1 et., al 2014 ; Adebisi et al., 2017 ; Kulthe et.al., 2018 ; Kendra, 2020**). Le matériel utilisé et les méthodes suivies pour l'évaluation des différents paramètres sont détaillés dans ce chapitre.

I . Matériel

Les différents travaux ont porté sur les grains de millet perlé sont achetés sur un marché locale (Nigeria ou Inde)

- le millet qui provient soit de
 - Nigeria,
 - Inde,

ces grains ont été triés, nettoyés et criblés pour éliminer les débris et autres matières étrangères.

II . Méthodes

Selon (**Adebisi et al, 2017**) les méthodes utilisées dans l'étude sont :

1. Préparation de farine non fermentée

. Une partie de ces grains a ensuite été moulue (Perten Laboratory Mill 3600, Perten Instruments, Suède) et est passée au travers d'un tamis de 500 µm pour obtenir la farine de millet perlé native (FN), (**Adebisi et al, 2017**).

2. Préparation de la farine fermentée

En utilisant les méthodes décrites par (**Onweluzo & Nwabugwu 2009**) la farine de millet perlé fermentée a été préparée en trempant 200 g de grains de millet perlé dans de l'eau distillée dans un rapport de 1 :4 (p/v) et en laissant fermenter spontanément à 28°C pendant 3 jours. Après la fermentation, l'eau trempée a été drainée et les graines ont été séchées à 40

°C pendant 24 h (LABCON EFD14, Afrique du Sud), moulues (Perten Laboratory Mill 3600, Perten Instruments, Suède) et passées à travers un tamis de 500 µm pour obtenir une farine de millet perlé (FF) fermentée.

3. Préparation de la farine maltée

Les grains de millet perlé (200 g) ont été trempés dans de l'eau distillée pendant 24 heures à 28°C, après l'eau a été drainée et les grains étalés sur des plateaux. Les grains ont été arrosés par intermittence et la germination a été effectuée pendant 48 heures à 28°C. Les grains ont été séchés à 40°C pendant 24 h (LABCON EFD14, Afrique du Sud), moulus (Perten Laboratory Mill 3600, Perten Instruments, Suède) et passés à travers un tamis de 500 µm pour obtenir une farine de millet perlé maltée (MF).), (Adebiyi et al, 2017).

4. Préparation des biscuits

La formulation du biscuit à base de 100% de millet perlé comprenait 112,5 g de farine de millet (soit NF, FF ou MF), 0,75 g de levure chimique (Royal, Mondelez (Pty) Ltd, Afrique du Sud), 28 g de sucre blanc (Selati, RCL Foods, Afrique du Sud), 6,75 ml d'essence de vanille (Robertsons, Libstar Manufacturing (Pty) Ltd, Afrique du Sud), 60 g d'eau distillée et 33 g d'huile de tournesol (Ritebrand, Shoprite (Pty) Ltd, Afrique du Sud). La farine et les autres ingrédients secs ont été pesés dans un bol en acier inoxydable et mélangés manuellement. L'essence de vanille et l'huile de tournesol ont ensuite été ajoutées, puis l'eau distillée mesurée a été progressivement ajoutée. Le mélange a été poursuivi jusqu'à la formation d'une pâte. La pâte était moulée en boules, enveloppée dans du papier d'aluminium pendant 10 minutes avant d'être pétrie manuellement à température ambiante en feuilles de pâte (épaisseur de 5,8 mm) et découpée en formes rectangulaires (66 mm de longueur et 45 mm de largeur) (Adebiyi et al., 2016). Les pâtes formées (à partir des différentes farines traitées) ont été cuites dans un four préchauffé (180°C pendant 18 ± 3 min) pour donner des biscuits obtenus à partir de farine de millet perlé native (BN), des biscuits obtenus à partir de farine de millet perlé fermentée (BF) et des biscuits obtenus à partir de farine de millet perlé maltée (BM).

Tableau5. : Quantité des ingrédients utiliser pour la fabrication du biscuit

Composants	Quantité (g)	Pourcentage%
Farine de millet	112,5	46.68
Sucre	28	11.61
Lhuile de tournesol	33	13.69
Essence de vanille	6.75	2.8
Levure chimique	0.75	0.31
L'eau	60	24.89
Totale	241	100

Selon **Kendra, (2020)** un biscuit est préparé à partir d'un mélange de 50% de farine de blé et 50% de millet perlé non fermenté :

Pour former les biscuits on a pris soin de ne garder pas la pâte roulée trop fine ou trop épaisse. En utilisant un couvercle ou un emporte-pièce, les formes souhaitées et le dessin rayé ont été obtenus. Ensuite, les biscuits ont été placés sur un et cuits à 170°C pendant 15-20 min ou jusqu'à ce que les biscuits commencent à brunir légèrement. Les biscuits cuits ont été refroidis et stockés dans un récipient hermétique pour une analyse plus approfondie.

5. Compositions approximatives et énergie totale des farines et des biscuits

Les compositions immédiates comprenant la fibre brute, la graisse brute, la teneur en cendres, la protéine brute et l'humidité ont été respectivement déterminées à l'aide des méthodes 978.10, 920.39 (A), 923.03 (32.1.05), 990.03 et 934.01 de l'AOAC (2006). Les glucides totaux ont été déterminés par différence (AOAC 2006), tandis que l'énergie totale a été calculée à l'aide des facteurs Atwater [Valeur énergétique (kcal) = (% de protéines × 4 + % de glucides × 4 + % de lipides × 9,0)] (FAO, 2010).

6. Composition en acides aminés

Les compositions en acides aminés des échantillons FN, FF, FM, BN, BF et BM ont été déterminées par chromatographie liquide haute performance (CLHP) selon la procédure de **Einarsson et al. (1983)**. En bref, des échantillons broyés (700 mg) ont été hydrolysés en utilisant un volume égal de solution de HCl 6N et un étalon interne (α -amino- β - acide

guanidinopropionique) pendant 24 h à 1150 °C et laissés à refroidir. L'hydrolysate a été transféré dans un tube Eppendorf et centrifugé à 3 000 tr/min pendant 10 minutes, après le surnageant (hydrolysate de protéines) a été filtré (0,45 µm). L'hydrolysate de protéine a ensuite été séché sous azote gazeux et dérivé à l'aide du réactif FMOC (chloroformiate de 9-flourénylméthyle) et d'un tampon borate. Après quelques secondes, le mélange a été extrait avec du pentane. L'extrait dérivé a ensuite été analysé par HPLC à l'aide de détecteurs de fluorescence (Schoeffel FS 970, Perkin-Elmer LS-4 et Shimadzu RF-530 aux longueurs d'onde d'excitation et d'émission de 260 et 313 nm). Un mélange d'acétonitrile, de méthanol et d'acide acétique de qualité CLHP avec un rapport (10 :40 :50, v/v/v) a été utilisé comme éluant et a été modifié linéairement en acétonitrile : acide acétique (50 :50, v/v) sur 90 minutes. La température a été maintenue à 40 °C tandis que le gradient a été initié à un débit de 1,3 ml/min pendant 3 min. Le débit a ensuite augmenté à 2 ml/min pendant 0,5 min à la fin du gradient. La concentration des acides aminés dans les échantillons a été déterminée à l'aide de courbes d'étalonnage à partir d'étalons d'acides aminés.

7. Détermination de la composition des éléments minéraux à l'aide de l'ICP-OES

« Inductively Coupled Plasma »

7-1. Digestion par micro-ondes

Les échantillons (1 g) ont été pesés dans des tubes en téflon (MARSXpress - High Throughput Vessels) et mélangés avec 10 ml d'acide nitrique concentré (HNO₃). Avec le blanc (composé uniquement de HNO₃), ils ont tous été digérés dans un digesteur à micro-ondes (CEM One Touch™ Technology, CEM Technologies, USA). Les conditions de température du digesteur à micro-ondes étaient les suivantes : le programme de température était de 25 - 170 °C pendant 10 min et de 170 - 240 °C pendant 10 min supplémentaires à 1000 W, suivi d'une ventilation immédiate à température ambiante pendant 20 min. Les solutions obtenues ont été refroidies et préparées au marquage avec de l'eau Milli-Q (Millipore, Bedford, MA) dans une fiole volumétrique de 50 ml avant l'analyse.

7-2. Analyse par spectrométrie d'émission optique à plasma induit par haute fréquence (ICP-OES)

Les solutions standard de base et de travail ont été préparées en utilisant les solutions standard ICP- OES de calcium (Ca), chrome (Cr), cuivre (Cu), fer (Fe), potassium (K), magnésium (Mg), manganèse (Mn), molybdène (Mo), sodium (Na), phosphore (P), soufre (S) et zinc (Zn). Le germanium (Ge), le scandium (Sc) et le rhodium (Rh) ont été utilisés comme étalons internes. Des échantillons triples ont été analysés sur un équipement ICP-OES (Spectro ARCOS, Spectro Analytical Instruments, Kleve, Allemagne) dans les conditions et paramètres instrumentaux de : Puissance RF (intensité d'émission) - 1200 W ; Type de nébuliseur - Concentrique ; Débit du nébuliseur - 0,5 L/min ; Gaz (à 600 kpa) - Argon ; Débit de gaz auxiliaire - 0,5 L/min ; PMT volts - 600 V ; Débit de l'échantillon - 0,9 mL/min et temps de rinçage - 5 min. Les longueurs d'onde (nm) associées aux aliments et aux échantillons biologiques documentés par Nolte (2003) ont été utilisées pour l'analyse. Il s'agissait de Ca (317,933), Cr (267,716), Cu (327,396), Fe (259,941), K (766,491), Mg (285,213), Mn (257,611), Mo (202,095), Na (589.592), P (178.287), S (182.034) et Zn (206.200).

8. Évaluation sensorielle

Avant le test d'évaluation sensorielle, une autorisation éthique doit être livrée par l'Université. Les échantillons de biscuits formulés ont été soumis à l'évaluation des consommateurs en faisant appel à des consommateurs de deux populations différentes (des consommateurs sud-africains à l'université de Johannesburg (n = 50) et à des consommateurs nigériens (Nigériens vivant en Afrique du Sud) (n = 50) comme dans le travail de **(Adebiyi et. al 2017)** . Ces groupes de panélistes ont été sélectionnés pour comparer la perception de ceux qui connaissaient le millet perlé (consommateurs nigériens) et de ceux qui ne le connaissaient pas (consommateurs sud-africains).

Les panélistes sélectionnés avaient déjà répondu qu'ils n'avaient pas d'allergies alimentaires. Les panélistes ont ensuite été informés sur le produit et ont été invités à évaluer les échantillons de biscuits (BN, BF et BM) pour **l'apparence, l'arôme, le goût, la couleur, la texture et la ressemblance générale** du produit en utilisant une échelle structurelle hédonique à 9 points (où 1 = n'aime pas beaucoup, 5 = ni aimer ni ne pas aimer et 9 = aime extrêmement). Les échantillons de biscuits (6 pièces chacun) ont été présentés dans une

assiette blanche jetable recouverte de papier d'aluminium. En outre, chaque membre du panel s'est vu remettre une serviette et de l'eau pour se rincer la bouche avant et entre chaque test. L'évaluation a été réalisée dans le laboratoire de transformation des aliments, chaque membre du panel étant isolé des autres.

Résultats, discussion et hypothèses

Les résultats obtenus par **Eneche (1999)**, **Mokrane. (2010)** **Florence et al. (2014)**, **Adebiyi et al. (2017)**, **Kulthe et al (2018)** et **Kendra (2020)**, pour les différents paramètres sont comparés et discutés dans ce chapitre. Des hypothèses sont posées par rapport aux résultats attendus par l'utilisation du millet perlé algérien.

I. QUALITE NUTRITIONELLE

I-1. Les minéraux

Selon (**Kendra, 2020**), la composition en minéraux de biscuits en deux formulations différentes est conférée dans le Tableau 6. Les résultats montrent que les biscuits préparés avec 100% du farine de blé contiennent jusqu'à (30.94 Mg/100g) du calcium (Ca), (4.1 Mg/100g) du fer (Fe). En incorporant 50% de farine du millet perlé dans la farine du blé, la teneur en calcium a diminué vers (29.14 Mg/100g) et le fer a augmenté jusqu'à (5.26Mg/100g). Donc la diminution de la teneur en calcium indique que le millet de l'Inde est faible en calcium par rapport au blé, et la teneur en fer est riche dans le millet de cette région par rapport au blé.

(**Kulthe et al. 2018**) ont préparé des biscuits avec 50% de farine du millet perlé de la variété *Dhanshakti*, et ils ont trouvés que les teneurs en calcium, fer et phosphore dans les biscuits sont (22.75Mg/100g), (4.84Mg/100g) et (197.43Mg/100g) respectivement. Le calcium a diminué dans le biscuit en comparaison avec le biscuit de 100% de farine de blé c'est-à-dire que la variété du millet *Dhanshakti* de la région de l'Inde contient moins de calcium que le blé, et pour le fer sa quantité est supérieure dans le millet par rapport au blé.

Le tableau 5 indique la teneur en minéraux des échantillons de farine et de biscuits de millet perlé natif, trouvés par (**Adebiyi et al. 2017**), le calcium est de (32.93Mg/100g), le fer est (11.24 Mg/100g), le phosphore est (0.88Mg/100g). La variété du millet nigérienne contient plus de calcium, et du fer par rapport au blé.

(**Florence et al. 2014**) ont utilisé une variété du millet MRB (Maharashtra Rabi

Bajra) dans la préparation des biscuits les résultats présents dans le tableau 5 indiquent que le calcium est (29.36 Mg/100g), le fer est (6.71 Mg/100g) et le phosphore est (190 Mg/100g). La variété MRB du millet est proche du blé en quantité du calcium et du fer.

Le millet perlé est une bonne source de minéraux, contenant des quantités importantes de phosphore, de fer et de calcium (**Obilana et al., 2014**). La variété du millet Nigérienne a plus de minéraux que la variété Indienne.

I-2. La cendre

Adebiyi et al. (2017) ont trouvé que la teneur en cendre dans les biscuits avec 100% de farine du millet perlé est 1.23%.

Selon **Kulthe et al. (2018)** la cendre est 1.43% dans les biscuits à 50% du farine de millet perlé Dhanshakti. De l'Inde.

Florence et al. (2014) ont signalé que les biscuits contenant la farine de variété MRB du millet indien contient 0.77% de cendre.

D'après l'étude de **Eneche, (1999)** qui a utilisé le millet nigérien la valeur de cendre dans le biscuit à 100% du millet est 1.5%.

La différence entre les valeurs de cendre dans les biscuits de **Eneche. (1999)**, **Florence, et al. (2014)**, **Adebiyi et al. (2017)** et **Kulthe et al.(2018)**, est due à la région et la variété du millet utilisé. Donc le millet nigérien est plus riche en cendre que l'indien.

I-3. Les carbohydrates

Selon **Kendra, (2020)**, la valeur des carbohydrates dans les biscuits avant l'incorporation du millet est 77.17%, puis en incorporant 50% de farine du millet perlé cultivé en Inde avec la farine de blé les carbohydrates diminuent jusqu'à 70.17%.

Le taux de carbohydrates trouvé par **Adebiyi et al. (2017)**, est 64.48% dans les biscuits à base de 100% de farine du millet perlé du Niger.

Kulthe et al. (2018), ont constaté dans ses études que les carbohydrates contenues dans les biscuits de 50% de farine du millet perlé *Dhanshakti* est (60.48%).

Eneche (1999) a trouvé (66.5%) de carbohydrates dans les biscuits préparés avec 100% de farine du millet perlé nigérien.

On a constaté que la teneur en carbohydrates (glucides) des biscuits diminuait avec l'augmentation des taux de farine du millet perlé de 0 à 50 % puis à 100% dans les biscuits. La baisse de la teneur carbohydrates des biscuits pourrait être due à la teneur en farine du millet perlé inférieure à celle de blé. La différence pourrait aussi être probablement due à l'utilisation de farine du millet perlé provenant de différentes variétés.

I-4. Les graisses

Kendra. (2020) a signalé que le taux de graisse à 100% de farine du blé est 5.17%, après l'incorporation de 50% de farine du millet perlé de variété indienne elle a observé une diminution du graisses 4.38%.

Selon **Adebiyi et al. (2017)** la valeur des graisses est 18.77% dans les biscuits préparés avec 100% de farine du millet perlé du Nigeria.

Les résultats de **Kulthe et al. (2018)** indiquent que les graisses dans les biscuits de 50% de farine du millet perlé *Dhanshakti* de la région de l'Inde sont 2.58%.

Florence et al. (2014) ont signalés que les biscuits contenant 100% la farine de variété MRB du millet indien contient 17.82%.

D'après l'étude de **Eneche. (1999)** qui a utilisé le millet nigérien la valeur de cendre dans le biscuit à 100% du farine est 18.1%.

Le millet perlé est bien identifié pour sa teneur élevée en matières grasses par rapport

à d'autres céréales comme le blé, le riz, etc. (**Abdalla et al., 1998, Jain et Bal, 1997**)

et la teneur élevée en matières grasses pourrait également être due à l'ajout de matières grasses visibles dans la recette des biscuits et la région d'implantation du millet.

I-5. Les fibres

Selon **Kendra. (2020)**, le taux des fibres dans les biscuits avant l'incorporation du millet est 1.15%, puis en incorporant 50% de farine du millet perlé cultivé en Inde avec la farine de blé le taux des fibres pratiquement ne changent pas 1.14%.

Adebiyi et al. (2017) a trouvé que la valeur en fibres est 1.75% avec 100% de farine du millet perlé nigérien.

Kulthe et al. (2018) ont préparés des biscuits avec 50% de farine du millet perlé de la variété *Dhanshakti*, et ils ont trouvés que la teneur en fibres est 1.14%.

Eneche. (1999), a trouvé 1% de fibres dans les biscuits préparés avec 100% de farine du millet perlé nigérien.

L'augmentation de la teneur en fibres des biscuits au millet perlé a été attribuée aux proportions élevées de fibres inhérentes aux grains de millet perlé (**Hadimani et Malleshi, 1993**). Donc on peut constater que le millet contient une quantité élevée en fibres par rapport au blé.

I-6. Les protéines

Les protéines dans les biscuits à 100% de farine du blé est 10.73%, et dans les biscuits à base de 50% du millet perlé nigérien les protéines sont 10.92% **Kendra. (2020)**.

Selon **Adebiyi et al. (2017)** la valeur des protéines est 8.1% à 100% de farine du millet perlé nigérien.

Selon **Kulthe et al. (2018)**, les protéines sont 6.19% dans les biscuits à 50% du farine de millet perlé *Dhanshakti*. De l'Inde.

Florence et al. (2014) ont signalés que les biscuits contenant 100% la farine de variété MRB du millet indien contiennent 8.50% de protéines.

Eneche. (1999), a trouvé 7.2% des protéines dans les biscuits préparés avec 100% de farine du millet perlé nigérien.

Il existe des références où la teneur en protéines des biscuits a été augmentée en raison de l'incorporation de farine de millet perlé native et dépigmentée (**Rathi et al., 2004**) et également de l'ajout de farine de millet perlé grillée dans les biscuits **Florence et al. (2014)**. La différence pourrait être probablement due à l'utilisation de PMF provenant de différentes variétés.

I-7. L'humidité

L'humidité trouvée par **Adebiyi et al. (2017)**, est 5.77% avec 100 de farine du millet perlé du Niger.

Selon **Kulthe et al. (2018)**, l'humidité est 4.68% dans les biscuits à 50% du farine de millet perlé *Dhanshakti*. De l'Inde.

Florence et al. (2014), ont rapporté que les biscuits contenant 100% la farine de variété MRB du millet indien contiennent 0.34%.

Eneche. (1999) a trouvé 6.6% d'humidité dans les biscuits préparés avec 100% de farine du millet perlé nigérien.

L'augmentation de la teneur en humidité pourrait être due à la capacité de rétention d'humidité élevée de la farine du millet perlé par rapport à celle de blé (**Rathi et al., 2004**).

I-8. La valeur énergétique

Kendra. (2020), a trouvé 1582 kcal à 100% de blé et 50% de millet perlé.

Adebiyi et al. (2017), a trouvé 447kcal à 100% du millet.

Kulthe et al. (2018), a trouvé 499kcal à 50% du millet.

Florence et al. (2014), a trouvé 485kcal à 100% du millet.

Eneche. (1999), a trouvé 457.7kcal à 100% du millet.

La valeur énergétique a diminué avec l'augmentation de farine du millet perlé.

Tableau 6 : Comparaison entre la qualité nutritionnel et l'acceptabilité sensorielle entre les biscuits à base de farine du millet perlé (*Pennisetum glaucum*).

	(Adebiyi et al. 2017), 100% FMP	(Kendra, 2020) 100% blé	(Kendra, 2020) 50% FMP	(Kulth et al. 2018) 50% FMP	(Florence et al. 2014) 100%FMP	(Eneche. 1999) 100%FMP
Cendre %	1.23±0.04	ND	ND	1.43±0.02	0.77±0.02	1.5
Carbohydrates%	64.48±0.17	77.17±0.08	70.17±0.08	60.48±0.06	ND	66.5
Graisses %	18.77±0.43	5.17±0.10	4.38±0.09	2.58±0.03	17.82±0.22	18.1
Fibres %	1.75 ±0.01	1.15±0.03	1.15±0.04	1.14 ±0.01	ND	1.6
Protéines %	8.1 ±0.06	10.73±0.02	10.92±0.02	6.19 ±0.03	8.50 ±0.33	7.2
Humidité %	5.77 ±0.72	ND	ND	4.68 ±0.03	0.34 ±0.03	6.6
Energie (Kcal)	447.84 ±0.18	1582±0.02	1582 ±0.02	499.08	485	457.7
Minéraux						

($\mu\text{g/g}$)						
Ca	32.93 \pm 0.28	30.94 \pm 0.03	29.14 \pm 0.04	22.75 \pm 0.3	29.36 \pm 0.54	ND
Fe	11.24 \pm 0.3	4.1 \pm 0.04	5.26 \pm 0.03	4.84 \pm 0.03	6.71 \pm 0.1	ND
P	0.88 \pm 0.18	ND	ND	197.43 \pm 0.02	190 \pm 6.2	ND

*FMP : farine de millet perlé. Ca : calcium. Fe : fer. P : phosphore. . Chaque valeur est une moyenne de triplés \pm SD de triplés. Moyenne sans les lettres communes au sein d'une même ligne diffèrent sensiblement ($p \leq 0.05$).

I-9. Composition des acides aminés

Selon **Adebiyi et al. (2017)** et **Mokrane. (2010)**, Le profil d'acides aminés essentiels montre que le millet perlé contient une quantité des acides aminés essentiels présentés comme suivant en ordre décroissant

- Leucine
- Valine
- Phénylalanine
- Isoleucine
- Thréonine
- Histidine
- Lysine
- Méthionine

Et contient aussi des acides aminés non essentiels, selon **Mokrane. (2010)**, la valeur de l'acide aspartique et l'alanine est 7.4%, et selon **Adebiyi et al. (2017)**, l'alanine 0.42g/100g est plus élevée que l'acide aspartique 0.35g/100g.

Tableau7. : Comparaison entre la composition approximative de quelques acides aminés essentiels et non essentiels dans les biscuits à base de farine du millet perlé

Acides Aminés	(Adebiyi et al. 2017) (µg/g)	Article 2 (Mokrane. 2010) (%)
1-Essentiels		
Histidine	0.15	ND
Isoleucine	0.24	3.9
Leucine	0.52	9.5
Lysine	0.12	3.2
Méthionine	0.09	1.8
Phénylalanine	0.26	4.1
Thréonine	0.19	3.3
Valine	0.35	4.9
2- Non essentiels		
Acide aspartique	0.35	7.4
Alanine	0.42	7.4

Nous suggérons que la recherche d'une nouvelle méthode de transformation algérienne serait probablement capable d'améliorer les paramètres goût, flaveur (arôme), et la couleur des biscuits préparés avec le millet.

II. Qualité sensorielle

Le tableau suivant présente les résultats des tests sensoriels effectués par les différents auteurs

Tableau. 8 : Scores des critères d'évaluation sensorielle des différents types des biscuits.

	(Adebiyi et al. 2017), 100% FMP		(Kendra, 2020) 100% blé	(Kendra, 2020) 50% FMP	(Kulth et al. 2018) 50% FMP	(Florence et al. 2014) 100%FMP	(Eneche. 1999) 100%FMP
1.Couleur	SASP 6.48± 1.43	NGSP 4.16± 1.10	7.8±0.58	7.6±0.51	6.36±0.5 1	ND	5.6
2.Texture	SASP 5.16±1.9 5	NGSP 3.74±0.83	7.6±0.51	7.8±0.51	6.36±0.9 3	ND	5.3
3. Arome	SASP 5.74±1.8 4	NGSP 4.58±1.53	7.8±0.58	7.6±0.51	6.86±0.5 3	ND	5.3
4.Apparence	SASP 6.18±1.5 2	NGSP 4.60±1.14	7.8±0.58	7.8±0.58	ND	ND	ND
5.Accéptabilité générale	SASP 5.48±1.4 2 NGSP	4.98±1.65	7.5±0.03	7.7±0.05	6.70±0.3 8	ND	5.5
6.Gout	ND		8.2±0.1	7.8±0.58	6.86±0.6 7	ND	ND

* NGSP : panélistes nigériens, SASP : panélistes sud-africains. . Chaque valeur est une moyenne de triplés ± SD de triplés. Moyenne sans les lettres communes au sein d'une même ligne différent sensiblement ($p \leq 0.05$).

Les résultats des analyses sensorielles effectués par **Adebiyi et al. (2017)**, sont présentés dans la figure (5) :

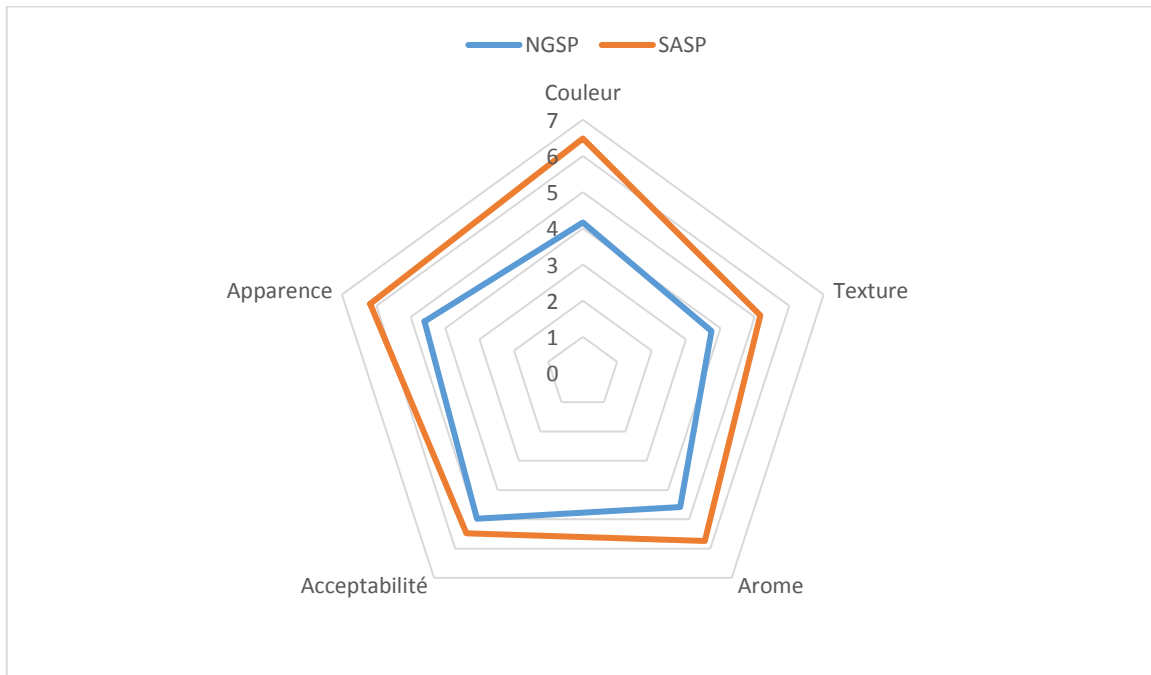


Fig-5 Résultats de l'évaluation sensorielle de biscuits à base de millet perlé par des panélistes nigériens (NGSP) et sud-africains (SASP).

Il ressort de la **figure 5** que le goût, la texture, l'arôme, l'acceptabilité et l'apparence ont été jugés bonnes par les panélistes sud-africains avec des valeurs allant de 5.16 jusqu'à 6.48. Les panélistes nigériens n'ont pas aimé ces biscuits et ont donné des notes entre 3.74 et 4.98.

Selon **Kendra, (2020)**, l'évaluation sensorielle des biscuits avec 100% de farine du blé et des biscuits avec 50% de farine du millet perlé incorporée sont

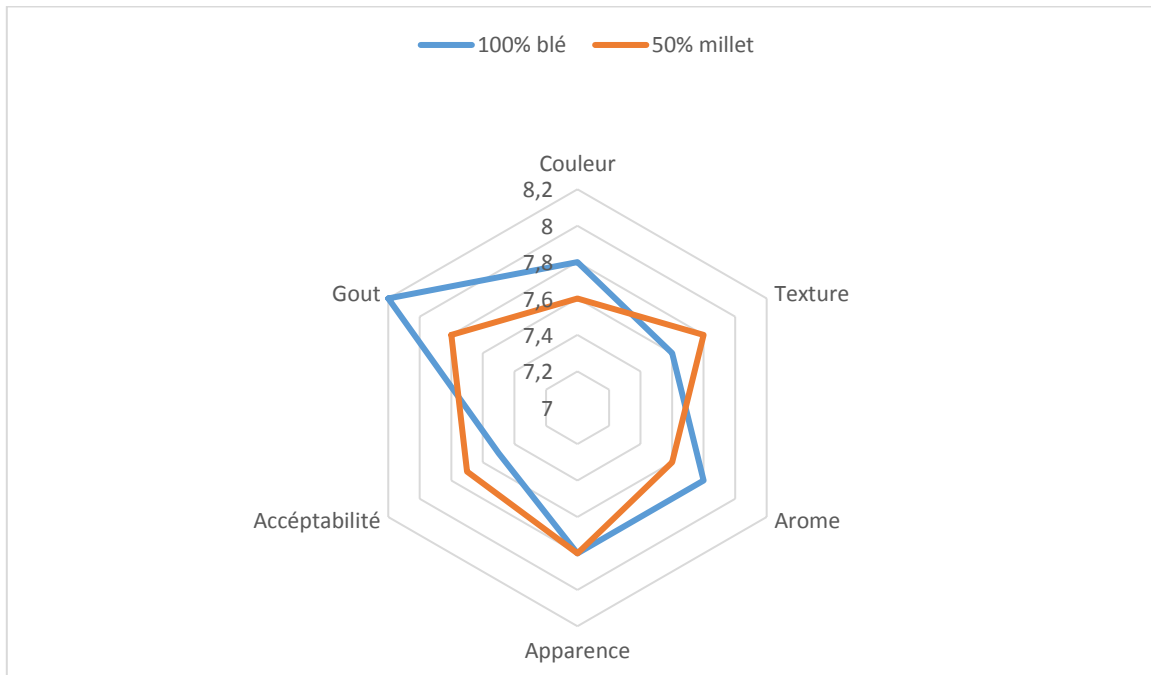


Fig-6 Les notes donnés par les panélistes pour la couleur, la texture, l'arôme, l'acceptabilité, l'apparence et le gout des biscuits avec 100% de farine de blé et des biscuits avec 50% de farine de millet perlé.

Les meilleures notes de couleur, gout et arôme sont enregistrés chez les biscuits à base de 100% de farine du blé (7.8), (8.2) et (7.8) respectivement, tandis que les biscuits à base de 50% du millet perlé ont des scores de (7.6), (7.8) et (7.6) respectivement. Les biscuits du 100% du millet perlé ont obtenu le meilleur score en texture (7.8) et acceptabilité générale (7.7) par rapport aux biscuits de farine du blé (7.6) et (7.5) respectivement. Les deux types des biscuits ont la même note d'apparence (7.8). Les biscuits de millet sont appréciés pour leur texture et acceptabilité.

Les résultats d'analyse sensoriel réalisés par **Kulthe et al. (2018)**, sur des biscuits à base de 50% de farine du millet perlé sont

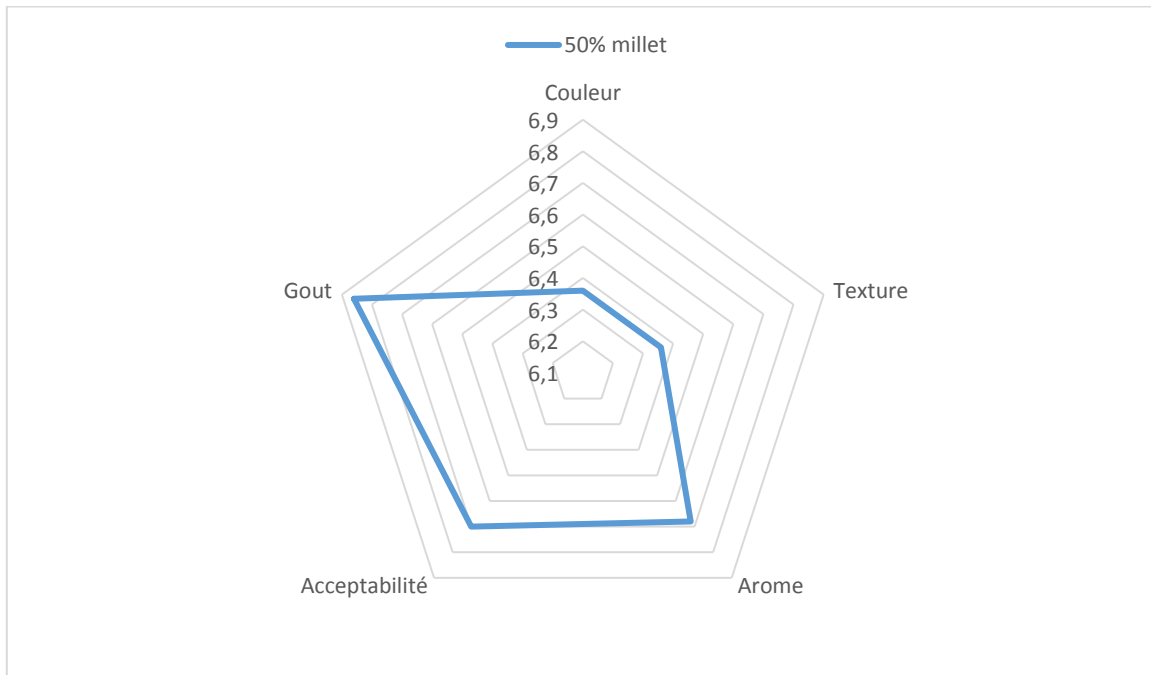


Fig-7 Les notes donnés par les panélistes pour la couleur, la texture, l'arôme, l'acceptabilité, et le gout à des biscuits avec 50% de farine de millet perlé.

Les biscuits avec 50% de farine du millet perlé ont obtenu (6.36) en terme de couleur et de texture, (6.86) en arôme, (6.70) pour l'acceptabilité générale et (6.86) pour le gout. Le gout dans ces biscuits est jugé trop fort.

Selon **Eneche. (1999)**, l'analyse des biscuits à 100% de farine du millet perlé a donné les résultats présentés dans la **figure 8**

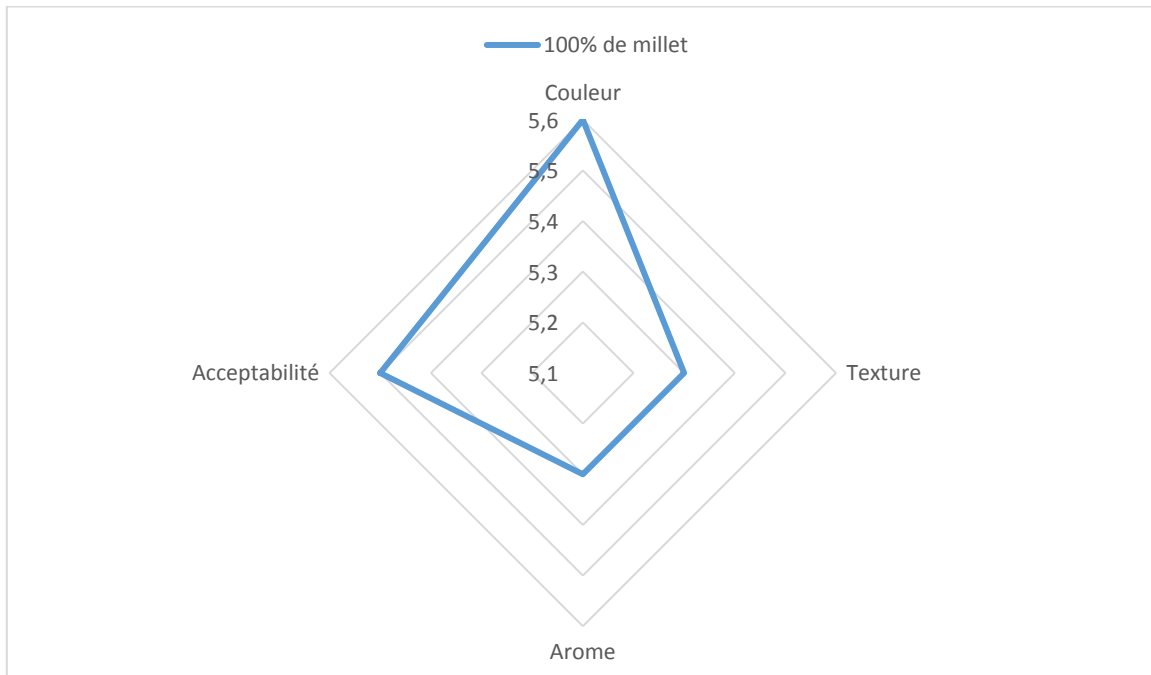


Fig-8 Les notes donnés par les pénalistes pour la couleur, la texture, l’arôme et l’acceptabilité pour les biscuits de 100% de farine de millet perlé.

La couleur des biscuits a obtenu (5.6), la texture (5.3), l’arôme (5.3) et l’acceptabilité (5.5).

Les données ont révélé que le score sensoriel des biscuits diminuait de manière significative avec l'augmentation des niveaux de farine du millet perlé.

III-Effet de la fermentation et le maltage

III-1. Effet sur la composition

Tableau9. : La composition de la farine et les biscuits du millet perlé.

Parameters (%)	Farine du millet perlé			biscuit du millet perlé		
	FN	FF	FM	BN	BF	BM
Cendre	1.86 ^c ±0.01	1.36 ^a ±0.03	1.65 ^b ±0.01	1.23 ^c ±0.04	0.76 ^a ±0.13	1.13 ^b ±0.14
Carbohydate	78.56 ^a ±1.00	81.01 ^b ±1.34	80.66 ^b ±0.04	64.48 ^a ±0.17	67.82 ^c ±0.15	65.19 ^b ±0.05
Graisses	2.25 ^c ±0.35	1.70 ^a ±0.28	1.99 ^b ±0.01	18.77 ^c ±0.43	15.62 ^a ±0.27	16.95 ^b ±0.17
Fibers	1.26 ^a ±0.01	1.33 ^b ±0.01	1.34 ^b ±0.01	1.75 ^a ±0.01	1.77 ^b ±0.02	1.80 ^b ±0.01
Protein	5.47 ^a ±0.06	5.80 ^b ±0.09	6.69 ^c ±0.19	8.01 ^a ±0.06	8.79 ^b ±0.19	9.84 ^c ±0.06
Humidité	10.87 ^c ±0.61	8.80 ^b ±0.87	7.67 ^a ±0.42	5.77 ^b ±0.72	5.23 ^a ±0.92	5.09 ^a ±0.25
Energie (kcal)	355.31 ^a ±0.21	362.54 ^b ±0.32	367.31 ^b ±0.15	447.84 ^a ±0.18	452.05 ^b ±0.26	458.67 ^c ±0.14

FN – Farine native, FF- Farine du millet fermentée, FM – Farine du millet maltée,
 BN – Biscuit native, BF –Biscuit fermenté, BM – Biscuit malté. Chaque valeur est une
 moyenne de triplés ± SD de triplés. Moyenne sans les lettres communes au sein d'une même
 ligne diffèrent sensiblement ($p \leq 0.05$).

Les compositions approximatives de la farine de millet perlé fermentée et maltée sont indiquées dans le tableau 7. La teneur en eau des échantillons de farine se situe entre 7,7 et 10,9 %, les échantillons FN étant nettement supérieurs ($p \leq 0,05$) aux échantillons FF et FM. Bien que la teneur en eau ait généralement diminué après la cuisson, il n'y a pas eu de différence significative ($p \leq 0,05$) dans les valeurs d'humidité des échantillons de biscuits maltés et fermentés. La teneur en matières grasses brutes des farines se situait entre 1,7 et 2,3 %, et était significativement ($p \leq 0,05$) plus élevé dans la FN (tableau7). Les valeurs relativement plus faibles obtenues pour les échantillons de FF et de FM pourraient être dues à la dégradation des lipides pendant la fermentation et le maltage (**Adebiyi et al., 2016**). La teneur relativement élevée en matières grasses des échantillons de biscuits (tableau7) était due à la graisse ajoutée pendant la préparation de la pâte. Les valeurs de protéines brutes plus élevées des échantillons FF, FM, BF et BM étaient dues à l'accumulation de protéines et à la production de certains acides aminés supplémentaires dans les échantillons à la suite de la fermentation et du maltage. Les valeurs de glucides, de fibres et d'énergie des échantillons de FF, FM, BF et BM étaient significativement ($p \leq 0,05$) plus élevées que celles des

échantillons indigènes correspondants (FN et BN), tandis que les teneurs en cendres des échantillons de FF, FM, BF et BM étaient relativement plus faibles que celles des échantillons indigènes (tableau 7). La réduction observée de la teneur en cendres dans les échantillons fermentés et maltés peut être due à la lixiviation des sels inorganiques solubles pendant les processus de fermentation et de maltage.

III-2. Effet sur les acides aminés :

Tableau.10 : La compositions en acides aminés de farine et biscuits du millet perlé fermenté et malté.

Acides amines ($\mu\text{g/g}$)	Farine du millet perlé			Biscuit du millet perlé		
	FN	FF	FM	BN	BF	BM
Essentiels						
Histidine	0.23	0.31	0.81 ^c	0.15	0.20	0.17
Isoleucine	0.35	0.39	0.42	0.24	0.27	0.27
Leucine	0.78	0.86	0.84	0.52	0.56	0.49
Lysine	0.22	0.31	0.43	0.12	0.18	0.18
Methionine	0.16	0.17	0.20	0.09	0.13	0.10
Phenylalanine	0.38	0.42	0.45	0.26	0.28	0.27
Threonine	0.29	0.33	0.39	0.19	0.23	0.24
Valine	0.52 ^a	0.57	0.69	0.35	0.40	0.41
Non Essential						
Acide aspartique	0.53	0.64	0.83	0.35	0.46	0.52
Alanine	0.62	0.67	0.76	0.42	0.47	0.49

Acides amines ($\mu\text{g/g}$)	Farine du millet perlé			Biscuit du millet perlé		
	FN	FF	FM	BN	BF	BM
Arginine	0.23	0.41	0.50	0.20	0.13	0.13
Glutamine	1.46	1.63	1.52	0.97	1.06	0.96
Glycine	0.23	0.29	0.42	0.15	0.22	0.24
Proline	0.43	0.43	0.56	0.31	0.35	0.32
Serine	0.35	0.42	0.57	0.23	0.30	0.28
Tyrosine	0.24	0.32	0.33	0.17	0.22	0.22

FN – Farine native, FF- Farine du millet fermentée, FM – Farine du millet maltée,
 BN – Biscuit native, BF –Biscuit fermenté, BM – Biscuit malté.

Les acides aminés sont des composants biologiques importants nécessaires au corps humain pour la biosynthèse, la neurotransmission et d'autres activités métaboliques. Ils peuvent être divisés en deux grandes catégories : les acides aminés essentiels (ceux que le corps ne peut pas synthétiser et qui doivent être obtenus à partir de la nourriture) et les acides aminés non essentiels (ceux qui peuvent être synthétisés par le corps). Les effets de la fermentation et du maltage sur la farine de millet perlé et les biscuits qui en résultent sur la composition en acides aminés sont présentés dans le tableau 8. On a observé que le maltage et la fermentation augmentent de manière significative ($p < 0,05$) tous les acides aminés essentiels (AA) des échantillons de farine de millet perlé. La teneur en arginine et en histidine était 2 à 3 fois plus élevée dans la farine de millet perlé maltée que dans la farine native. Cette amélioration de l'AA a été attribuée à l'augmentation des activités des enzymes hydrolytiques et à la dégradation des protéines complexes en AA par protéolyse (Saleh, Zhang, et., al. 2013). Les échantillons de biscuits à base de millet perlé ont suivi la même tendance, mais avec une teneur relativement plus faible en composition d'AA (tableau 8). L'exception est toutefois l'arginine, qui est plus élevée dans le biscuit natif (tableau 8). Cela peut être attribué à la moindre sensibilité du groupe guanidino de l'arginine dans la farine native à la chaleur (pendant la cuisson), tandis que la réduction nettement plus importante dans les biscuits maltés et fermentés peut être due à des structures cellulaires exposées/faibles causées par la protéolyse et les enzymes hydrolytiques dans leurs farines correspondantes. Cette réduction

observée dans les compositions d'AA des échantillons de biscuits peut être attribuée à la réaction de Maillard du groupe amine des AA avec les sucres pendant le processus de cuisson.

III-3. Effet sur la composition minérale

Tableau.11 : La composition minérale de farine et biscuits du millet perlé fermenté et malté.

Minéraux ($\mu\text{g/g}$)	Farine du millet perlé			Biscuit du millet perlé		
	FN	FF	FM	BN	BF	BM
Ca	295.58 \pm 3.13	324.59 \pm 3.87	506.38 \pm 3.54	329.34 \pm 2.83	526.99 \pm 3.22	567.54 \pm 3.94
Cr	0.81 \pm 0.08	1.31 \pm 0.01	0.61 \pm 0.18	0.48 \pm 0.02	0.33 \pm 0.18	0.52 \pm 0.15
Cu	2.02 \pm 0.09	2.43 \pm 0.31	3.06 \pm 0.20	1.72 \pm 0.27	1.82 \pm 0.62	1.88 \pm 0.12
Fe	89.38 \pm 3.94	136.64 \pm 3.02	131.27 \pm 3.70	112.45 \pm 3.59	144.70 \pm 3.37	138.62 \pm 3.15
Mg	250.75 \pm 1.11	228.40 \pm 2.81	435.57 \pm 2.95	160.62 \pm 2.78	199.95 \pm 2.26	286.15 \pm 2.33
Mn	3.19 \pm 0.21	2.99 \pm 1.07	4.96 \pm 0.69	3.14 \pm 0.54	2.67 \pm 1.82	3.48 \pm 1.02
Mo	ND*	ND*	0.44 \pm 0.01	ND*	ND*	0.09 \pm 0.01
P	9.42 \pm 2.60	18.12 \pm 3.63	14.40 \pm 2.70	8.83 \pm 1.88	16.38 \pm 1.96	10.10 \pm 3.47
K	500.45 \pm 3.45	287.42 \pm 2.08	472.88 \pm 2.49	444.85 \pm 2.89	180.23 \pm 2.49	318.43 \pm 2.73
Na	4.61 \pm 3.30	5.45 \pm 0.39	18.04 \pm 3.05	0.27 \pm 0.01	0.88 \pm 0.71	1.12 \pm 0.70
S	486.85 \pm 1.11	475.70 \pm 0.65	600.58 \pm 1.08	377.33 \pm 0.93	337.00 \pm 1.56	414.78 \pm 1.53
Zn	17.45 \pm 1.28	19.85 \pm 0.85	26.08 \pm 1.63	12.75 \pm 0.83	13.64 \pm 1.37	15.38 \pm 1.34

$\mu\text{g/g}$ - Microgram/grams

FN – Farine native, FF- Farine du millet fermentée, FM – Farine du millet maltée, BN – Biscuit native, BF –Biscuit fermenté, BM – Biscuit malté. Ca – Calcium ; Cr – Chrome ; Cu – Cuivre ; Fe – Fer ; Mg – Magnésium ; Mn – Manganèse ; Mo – Molybdène ; P – Phosphore ; K – Potassium ; Na – Sodium ; S – Sulfure ; Zn – Zinc. . Chaque valeur est une moyenne de triplés \pm SD de triplés. Moyenne sans les lettres communes au sein d'une même ligne différent sensiblement ($p \leq 0.05$).

Le millet perlé est une bonne source de minéraux, contenant des quantités importantes de phosphore, de magnésium, de zinc, de fer et de calcium (**Obilana et al., 2014**).

Le tableau 9 indique la teneur en minéraux des échantillons de farine et de biscuits de millet perlé natif, fermenté et malté. Les teneurs en calcium varient de (295,58 à 506,38 $\mu\text{g/g}$), et sont significativement ($p \leq 0,05$) plus élevées dans les échantillons fermentés et maltés. Une observation similaire a également été enregistrée pour le Cu, le Fe, le Mg, le Mn, le P, le Na

et le Zn. Il a été démontré que la fermentation et le maltage amélioraient l'extractibilité des minéraux par synthèse et solubilisation de la paroi cellulaire (**Rateesh, Usha et Malleshi, 2012 ; Sade, 2009**). Pour les échantillons de biscuits, des teneurs en minéraux relativement plus faibles ont été observées, à l'exception du Ca et du Fe (tableau 9). Cela suggère que ces deux minéraux (Ca et Fe) sont assez résistants à la chaleur et que le processus de cuisson pourrait avoir légèrement augmenté leur extractibilité. Les échantillons de biscuits provenant des farines maltées et fermentées (BM et BF) avaient généralement des teneurs en minéraux nettement plus élevées. Cette observation peut encore être attribuée à la réaction de Maillard qui s'est produite pendant le processus de cuisson. Selon (**Delgado-Andrade, et., al, 2011**), la réaction de Maillard peut entraîner la formation de complexes ou la désintégration de composés qui pourraient affecter la solubilité et la disponibilité des minéraux. Néanmoins, l'amélioration de la composition minérale de la farine et du biscuit de millet perlé par le maltage et la fermentation peut être considérée comme une stratégie viable pour contrer les carences en minéraux chez les enfants et les adolescents. Cette stratégie sera surtout applicable dans les régions où le millet perlé est très consommé et dans les produits sans gluten à base de millet perlé.

III-4. Les effets sensoriels

Tableau.12 : Les scores des analyses sensorielles des biscuits natives, fermentés et maltés.

Echantillons	Apparence	Arome	Gout	Couleur	Texture	Acceptabilité général
SASP*						
BN-SA	6.18 ^{ab} ±1.52	5.74 ^a ±1.84	5.54 ^{ab} ±1.73	6.48 ^a ±1.43	5.16 ^a ±1.95	5.48 ^a ±1.42
BF-SA	5.98 ^a ±1.94	5.76 ^a ±1.90	4.98 ^a ±2.19	6.36 ^a ±1.62	6.66 ^b ±1.71	5.48 ^a ±1.58
BM-SA	6.92 ^c ±1.50	7.10 ^b ±1.89	6.16 ^c ±2.60	6.90 ^a ±1.56	6.02 ^{ab} ±2.10	6.66 ^b ±1.73

Echantillons	Apparence	Arome	Gout	Couleur	Texture	Acceptabilité général
NGSP**						
BN-NG	4.60 ^a ±1.14	4.58 ^a ±1.53	3.34 ^a ±1.65	4.16 ^a ±1.10	3.74 ^a ±0.83	4.98 ^a ±1.65
BF-NG	7.42 ^c ±1.37	5.26 ^{ab} ±1.08	5.46 ^b ±1.46	7.10 ^c ±1.11	7.08 ^c ±1.40	5.90 ^b ±1.65
BM-NG	5.12 ^b ±1.71	5.60 ^b ±1.85	7.32 ^c ±1.45	4.94 ^b ±1.70	5.50 ^b ±2.04	7.02 ^c ±1.65

SASP : pénalistes sud-africains, NGSP : pénalistes nigériens FN – Farine native, FF- Farine du millet fermentée, FM – Farine du millet maltée, BN – Biscuit native, BF –Biscuit fermenté, BM – Biscuit malté. . Chaque valeur est une moyenne de triplés ± SD de triplés. Moyenne sans les lettres communes au sein d'une même ligne différent sensiblement ($p \leq 0.05$).

L'évaluation sensorielle est un aspect important à prendre en compte dans le développement et l'évaluation d'un nouveau produit. Les tests d'acceptabilité des consommateurs ont été utilisés pour étudier les préférences des consommateurs et pour connaître le niveau d'acceptation en fonction de l'ampleur de leurs réponses (ce qu'ils aiment et n'aiment pas). Dans cette étude, deux groupes différents de consommateurs ont été utilisés : les panelistes sensoriels sud-africains (SASP) et les panelistes sensoriels nigériens (NGSP). Si les SASP ne connaissent pas le millet perlé, leurs homologues NGSP le connaissent et ont déjà consommé des produits à base de millet perlé dans le passé. Différents panélistes ont donc été utilisés et les scores sensoriels correspondants pour chacun des attributs sont présentés dans le tableau 10. Malgré la méconnaissance des SASP, les deux panélistes ont convenu que les échantillons MB avaient le meilleur arôme, le meilleur goût, la meilleure ressemblance générale tandis que les échantillons FB avaient la meilleure texture acceptable (**Tableau 12**). Les scores de texture des échantillons FB étaient en accord avec notre étude précédente où des valeurs de texture plus élevées pour les échantillons de FB ont été observées (**Adebiyi et al., 2016b**). Il y avait cependant une disparité entre les scores pour l'apparence et la couleur. Alors que les SASP ont préféré le MB en termes de couleur, les NGSP ont opté pour les échantillons FB (**Tableau 12**). D'après les commentaires (verbatim) des deux panélistes sensoriels, le choix des échantillons MB a généralement été attribué à leur goût plus sucré et à leur meilleure saveur par rapport aux autres échantillons. Certains panélistes ont en outre indiqué que les deux autres (BF et BN) avaient un arôme désagréable et un goût relativement

amer. Le maltage a été associé à la production concomitante de sucres facilement digestibles qui confèrent encore plus de douceur aux produits alimentaires ultérieurs (**Banusha & Vasantha, 2014**). L'hydrolyse de l'amidon qui se produit pendant le processus de maltage augmente également la disponibilité des sucres libres (**Vieira-Dalode, et al, 2008**). Les études d'**Adinsi et al. (2015)** corroborent cette observation, car ils ont également signalé que le maltage donne un goût sucré à la blonde (un produit béninois). Les différences dans les scores relatifs à l'apparence et à la couleur des échantillons de biscuits peuvent également être attribuées à la variance dans l'appréciation et la familiarité des panélistes avec le millet perlé. Alors que les SASP n'avaient pas de goût et de connaissance préalables du millet perlé, les NGSP avaient savouré des produits à base de millet perlé à différents moments (surtout des produits fermentés), ce qui les a amenés à choisir les échantillons du FB.

Conclusion

Conclusion

Au terme de ce travail comparatif des travaux réalisés par des différents auteurs sur les caractéristiques nutritionnelles et sensorielles des biscuits à base de farine de millet perlé native, fermentée ou maltée, farine de blé et farine composite blé/millet ; les résultats obtenus ont montré que :

La composition nutritionnelle des biscuits avec la FMP en ce qui concerne les graisses, les fibres brutes et les minéraux (calcium, phosphore et fer) était supérieure à celle du produit fabriqué avec le blé seul. La valeur calorifique, la teneur en protéines et en acides aminés (essentiels et non essentiels) des biscuits diminue avec l'augmentation du taux de PMF dans les biscuits.

La fermentation et le maltage se sont avérés une bonne pratique pour augmenter la valeur nutritive, la composition minérale et la teneur en acides aminés des farines et des biscuits qui en résultent.

Les résultats de cette étude indiquent que les biscuits préparés à partir du mélange (blé, PMF) étaient organoleptiquement acceptables donc l'incorporation de millet améliore la texture, l'acceptabilité et l'apparence des biscuits qui en résultent.

Les farines de millet perlé fermentées et maltées sont des matières premières potentielles pour des produits sans gluten et ont la capacité de contribuer à l'alimentation, tout en apportant des avantages nutritionnels et sanitaires.

L'impact économique de l'utilisation de la farine composite de millet dans la fabrication de biscuits contribue dans la réduction des besoins en blé importé.

En conclusion, ce travail a montré la possibilité de valoriser le millet perlé produit en Algérie par son incorporation dans les biscuits.

En effet, les résultats obtenus permettent d'enregistrer de nouvelles perspectives grâce à ses caractéristiques anti-cancérogènes, anti-inflammatoires, anti-cancéreuse, anti-hypertensives, anti-hypoglycémique.

Le millet est cultivé au sud de l'Algérie (Oued-souf, Ain sallah et Tamanrasset) et il est connue par : el-bechna.

Abboud, A. M., Rubenthaler, G. L., & Hosney, R. C. (1985). Effet de la graisse et du sucre dans les biscuits sugar-snap et évaluation des tests pour mesurer la qualité des farines du biscuit.

Abdelrahman, A., Hosney, R. C., & Varriano-Marston, E. (1983). Milling process to produce low-fat grits from pearl millet. *Cereal Chemistry*, 60(3), 189-191.

Adebisi, J., Obadina, A., Adebo, O., & Kayitesi, E. (2016). Produits fermentés et maltés à base de millet en Afrique : Expédition d'aliments traditionnels/ethniques vers des produits industriels à valeur ajoutée. *Critical reviews in Food Science and nutrition* (juste accepté), 00-00.

Adebisi, J.A., Obadina, A.O., Adebo, O.A., Kayitesi, E. (2017), Comparison of nutritional quality and sensory acceptability of biscuits obtained from native, fermented, and malted pearl millet (*Pennisetum glaucum*) flour, *Food Chemistry* (2017), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.020>.

Adebisi, J. A., Obadina, A. O., Adebo, O. A., & Kayitesi, E. (2017). Comparaison de la qualité nutritionnelle et de l'acceptabilité sensorielle de biscuits obtenus à partir de farine de millet perlé (*Pennisetum glaucum*) native, fermentée et maltée. *Food Chemistry*, 232(Supplement C), 210-217.

Adekunle, A. A. 2012. L'innovation agricole en Afrique subsaharienne : expériences de multiples approches des parties prenantes. Forum pour la recherche agricole en Afrique, Ghana. ISBN 978-9988- 8373-2-4.

Adinsi, L., Akissoe, N. H., Dalode-Vieira, G., Anihouvi, V. B., Fliedel, G., et al. (2015). Sensory evaluation and consumer acceptability of a beverage made from malted and fermented cereal: case of *gowe* from Beni. *Food Science and Nutrition*, 3, 1-9.

Ainsworth, E. A., & Gillespie, K. M. (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent. *Nature Protocols*, 2, 875-877.

Annor, G. A., Marcone, M., Corredig, M., Bertoft, E. et Seetharaman, K. (2015). Effets de la quantité et du type d'acides gras présents dans les milletons sur leur digestibilité in vitro de l'amidon et sur l'indice glycémique attendu (IGE). *Journal of Cereal Science*, 64, 76-81.

Annor, G. A., Tyl, C., Marcone, M., Ragaee, S. et Marti, A. (2017). Pourquoi le millet a-t-il une digestibilité de l'amidon et des protéines plus lente que les autres céréales ? *Trends in Food Science & Technology*, 66(Supplement C), 73-83.

- Ar-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2008).** Optimization of phenolics and dietary fiber extraction from date seeds. *Journal of Food Science and Technology*, 108, 977-985.
- Appa Rao , S. (1987).** Traditional food preparations of pearl millet in Asia and Africa. In “Proceedings International Pearl Millet workshop” (J. R. Wicombe and S. R. Beckerman, eds,) , pp. 289. ICRISAT , Patancheru, India.
- Bagdi, A., Balazs, G., Schmidt, J., Szatmari, M., Schoenlechner, R., Berghofer, E., & Tomoskozia, S. (2011).** Protein characterization and nutrient composition of Hungarian proso millet varieties and the effect of decortication. *Acta Alimentaria*, 40(1), 128-141.
- Banusha, S., & Vasantharuba, S. (2014).** Preparation of wheat-malted flour blend biscuit and evaluation of its quality characteristics. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environmental Science*, 14, 459-463.
- Boudies Nadia.2017.** Caractérisation des amidons de sorgho et de mil cultivés dans le Sahara algérien 2017. UNIVERSITE DE LIEGE Doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Faculté GEMBOUX AGRO-BIOTECH.
- Boudreau A., Ménard G, (1992).** Le blé éléments fondamentaux et transformation.
- Brasil, T. A., Capitani, C. D., Takeuchi, K. P., & Ferreira, T. A. P. d. C. (2015).** Propriétés physiques, chimiques et sensorielles du kibbeh sans gluten formulé avec de la farine de millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *Food Science and Technology* (Campinas), 35(2), 361-367.
- Cabrol, C., 2006.** Recueil pain et nutrition, pp08.
- Cao, H., & Chen, X. (2012).** Structures requises des flavonoïdes pour inhiber les enzymes digestives. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Anciennement Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents)*, 12(8), 929-939.
- Calvel, R., 1964.** Que sais-je ? le pain Paris : presses université de France, 126p.
- Chandna, M., & Matta, N. K. (1990).** Characterization of pearl millet protein fractions. *Phytochemistry*, 29(11), 3395-3399.
- Chandrasekara, A., & Shahidi, F. (2010).** Content of insoluble bound phenolics in millets and their contribution to antioxidant capacity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(11), 6706-6714.

- Chandrasekara, A., & Shahidi, F. (2011a).** Potentiel antiprolifératif et activité inhibitrice de la scission de l'ADN des composés phénoliques des grains de millet entier. *Journal of Functional Foods*, 3(3), 159-170.
- Chandrasekara, A., & Shahidi, F. (2011b).** Bioactivités et propriétés antiradicalaires des grains et des coques de millet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(17), 9563-9571.
- Chen, F., Cole, P., Mi, Z. et Xing, L. Y. (1993).** Corn and wheat-flour consumption and mortality from esophageal cancer in shanxi, China. *International journal of cancer*, 53(6), 902-906.
- Chavan, J. K., & Kadam, S. S. (1989a).** Amélioration nutritionnelle des céréales par fermentation. *Food Science and Nutrition*, 28(5), 379-400.
- Chavan, J. K., & Kadam, S. S. (1989b).** Amélioration nutritionnelle des céréales par germination. *Food Science and Nutrition*, 28(5), 401-437.
- Cheftel J.C, (1979).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Lavoisier, Paris, 19: pp 105-142.
- Colosi, J. C., & Schaal, B. A. (1997).** Wild proso millet (*Panicum miliaceum*) is genetically variable and distinct from crop varieties of proso millet. *Weed Science*, 509-518.
- Commission économique des Nations Unies pour l'Afrique, (1985).** Technical compendium on composite flours. Addis –Abeba Ethiopie p 109.
- Coulibaly, A., Kouakou, B., & Chen, J. (2012)** Extruded adult breakfast based on millet and soybean: nutritional and functional qualities, source of low glycemic food. *Journal of Nutrition and Food Science*, 2, 1-9.
- De La Roche, I., & Fowler, D. (1975).** Évaluation de la qualité du blé. I : Exactitude et précision des tests de prédiction. II : Relations entre les tests de prédiction. *Revue canadienne des sciences végétales*, 55, 241e249.
- Delgado-Andrade, C., Seiquer, I., García, M. M., Galdo, G., & Navarro, P. (2011).** Increased intake of Maillard reaction products reduces phosphorous digestibility in male adolescents. *Nutrition*, 27, 86-91.
- Dendy D.A.V. (1992).** Composite flour – past, present and the future: a review with special emphasis on the place of composite flour in the semi-arid zones. In M I Gomez, L.R. House, L.W.Rooney and D.A.V. Dendy, éd.,. *Utilisation of sorghum and millet*, p 67-73. Patancheru, Inde, ICRISAT
- Dendy D.A.V. (1995).** Sorghum and millets: Production and importance. In: Dendy DAV. *Sorghum and Millets: Chemistry and Nutrition*. Minnesota(MN). American Association of Cereal Chemist. 11-16.

- Devi, P. B., R. Vijayabharathi, S. Sathyabama, N. G. Malleshi et V. B. Priyadarisini. 2011.** Les avantages pour la santé des polyphénols et des fibres alimentaires du millet (*Eleusine coracana* L.) : une revue. *J. Food Sci. Technol.* DOI : 10.1007/s13197-011-0584-9.
- Dotsey, P, (2003).** The use of cocoyam, cassava and wheat flour composite in the Duraes, F. O. M; Magalhaes, P. C; & dos Santos, F. G. *Fisiologia da planta de milheto. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica*
- Dykes, L., & Rooney, L. W. (2006).** Sorghum and millet phenols and antioxidants. *Journal of Cereal Science* 44(1), 236–251.
- Einarsson, S., Josefsson, B., & Lagerkvist, S. (1983).** Determination of amino acids with 9-Fluorenylmethyl Chloroformate and reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 282, 609-618.ex
- Eneche, E.H. 1999** Biscuit-making potential of millet/pigeon pea flour blends Department of Food Science & Technology, Federal Polytechnic, Idah Kogi State, Nigeria. *Plant Foods for Human Nutrition* 54: 21–27, 1999.
- FAO (1995).** *Le sorgho ET LE mil dans l'alimentation HUMAINE.*
- Feillet P ;(2000).** Le grain de blé : composition et utilisation. Paris, INRA,pp 17-43.
- Filli, K. B., Nkama, I., Jideani, V. A., & Ibok, I. U. (2013).** Effet des variables de procédé sur les propriétés d'hydratation et l'acceptabilité des mélanges de millet et de soja extrudés pour la fabrication de fura. *British Food Journal*, 115(6), 884- 898.
- Florence Suma P, Urooj A, Asha MR, Rajiv J (2014)** Sensory, Physical and Nutritional Qualities of Cookies Prepared from Pearl Millet (*Pennisetum Typhoideum*). *J Food Process Technol* 5: 377. doi:[10.4172/2157-7110.1000377](https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000377).
- Fourar, R., 2005.** Cours technologie des céréales, spécialité science alimentaire, département d'agronomie Université Blida.
- Gaines, C. S. (1982).** Influence du niveau d'absorption de la pâte et du temps sur l'adhérence et la consistance des pâtes à biscuits sucrées. *Cereal Chemistry*, 59, 5e12.
- Geervani, P., & Eggum, B. O. (1989).** Nutrient composition and protein quality of minor millets. *Plant Foods for Human Nutrition*, 39(2), 201-208.
- Gelinas, P. and McKinnon, C. M. (2006).** Effect of wheat variety, farming site, and bread-baking on total phenolics. *International Journal of Food Science*, 41(3), 329-332.

- Hadimani NA, Malleshi NG 1993.** Études sur la mouture, les propriétés physico-chimiques, la composition en nutriments et la teneur en fibres alimentaires des millets. *J Food Sci. Technol.* 1993 ; 32(1):17-20.
- Hadimani, N., Ali, S., & Malleshi, N. (1995).** Physico-chemical composition and processing characteristics of pearl millet varieties. *Journal of Food Science and Technology.* 32, 193-198.
- Hegde, P. S., Rajasekaran, N. S. et Chandra, T. (2005).** Effets des propriétés antioxydantes des espèces de millet sur le stress oxydatif et l'état glycémique chez les rats induits par l'alloxan. *Nutrition Research*, 25(12), 1109-1120.
- Hesseltine, C.W., (1965).** A millennium of fungi, food and fermentations. *Mycologia*, 57: 149-197.
- Hoseney, R. C., Andrews, D. J., and Clark, H. (1987).** Sorghum and pearl millet. In ‘‘ Nutritional Quality of Cereal Grains: Genetics and Agronomic Improvement,’’ ASA Monograph 28, pp. 397-456.
- Hulse, J. H., Laing, E. M., & Pearson, O. E. (1980).** Sorghum and the millets: their composition and nutritive value. New York Academic Press. 1-997.
- ITA (Institut de Technologie Alimentaire),** transformation du millet. Etude technique Dakar, 1986 : pp 1-45.
- Kayitesi, E., de Kock, H. L., Minnaar, A., & Duodu, K. G. (2012).** Nutritional quality and antioxidant activity of marama–sorghum composite flours and porridges. *Food Chemistry*, 131, 837-842
- Kendra; I.K., (2020)** Nutrient analysis and acceptability of different ratio pearl millet (*Pennisetum glaucum*) based biscuits, *Indian Journal of Agricultural Sciences* 90 (2): 428–30, ujwa, delhi 110 073, India.
- Khetarpaul, N., & Chauhan, B. M. (1989).** Effect of fermentation on protein, fat, minerals and thiamine content of pearl millet. *Plant Foods for Human Nutrition*, 39(2), 169-177.
- Kiger J. L ; Kiger J. G, (1967).** Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserie-boulangère industrielle et artisanales et des produits de régime. Dunod. Tome 1. Paris. P 696.
- Kim, J.-S., Hyun, T. K., & Kim, M.J. (2011).** Les effets inhibiteurs des extraits d'éthanol de sorgho, de millet sétaire et de millet proso sur les activités α -glucosidase et α -amylase. *Food Chemistry*, 124(4), 1647-1651.

- Krishnakumari, S., & Thayumanavan, B. (1995).** Content of starch and sugars and in vitro digestion of starch by α -amylase in five minor millets. *Plant Foods for Human Nutrition*, 48(4), 327-333.
- Kulthe, A.A., Thorat, S.S** Department of Food Science and Technology, MPKV, Rahuri – 413 722, (M.S.) India *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN: 2319-7706 Volume 6 Number 4 (2017) pp. 692-701
Journal homepage: <http://www.ijcmas.com>.
- Kulthe, A.A., Thorat, S.S., Khapre, A.P. (2018)** Nutritional and sensory characteristics of cookies prepared from pearl millet flour. TPI 2018 ; 7(4) : 908-913
© 2018 TPI www.thepharmajournal.com
- Lai, C. C., & Varriano-Marston, E. (1980).** Lipid content and fatty acid composition of free and bound lipids in pearl millets. *Cereal Chemistry*, 57(4), 271-274.
- Lecoq R, (1965).** Manuel d'analyse alimentaire et d'expertise usuelles. Paris Doin, pp 941-979.
- Lyon, D. J., Burgener, P. A., Deboer, K., Harveson, R. M., Hein, G. L., Hergert, G. W. et autres (2008).** *Production ET commercialisation du millet commun dans les GRANDES PLAINES*. Lincoln, NE : University of Nebraska.
- Maache-Rezzoug Z; Bouvier J.M ; Patra C ; Allaf K (1998).** Study of mixing in connection with rheological properties of Biscuit Dough and Dimensional characteristics of Biscuit. *Journal of Food Engineering*.35:43-56.
- Maktouf, S., Jeddou, K. B., Moulis, C., Hadji, H., Remaud-Simeon, M., & Ellouz- Ghorbel, R. (2016).** Evaluation des propriétés rhéologiques de la pâte et de la texture du pain d'un mélange de farine de blé et de millet perlé. *Journal of food science and technology*, 53(4), 2061-2066.
- Malleshi, N. G., Desikachar, H. S. R., & Tharanathan, R. N. (1986).** Free sugars and non-starchy polysaccharides of finger millet (*Eleusine coracana*), pearl millet (*Pennisetum typhoideum*), foxtail millet (*Setaria italica*) and their malts. *Food chemistry*, 20(4), 253-261.
- Manohar, R. S., & Rao, P. H. (1999).** Effet de émulsifiants, du niveau et du type de graisse sur les caractéristiques rhéologiques de la pâte à biscuit et la qualité du biscuit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1223e1231.

Manoharr S; FAO P.H, (2002) Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits;

Use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality. *Food Research International*.35:807-813.

McDonough, C. M., & Rooney, L. W. (1989). Structural characteristics of *Pennisetum americanum*, Pearl Millet, using scanning electron and fluorescence microscopy. *Food Microstructure*, 8(1), 137-50.

McDonough C.M., Rooney, L.W., Serna-saldivar S.O. (2000). The millets. In: *Handbook of Cereal Science and Technology*. Kulp K, Ponte Jr.(Ed.). Marcel Dekker. Inc. New York. 177- 201.

McDonough, C.M., Rooney, L.W., & Earp, C.F. (1986). Structural characteristics of *Eleusine coracana* (finger millet) using scanning electron and fluorescence microscopy. *Food Microstructure*. 5(3), 247-256.

Menard G; Emond S; Segin R; Bolduc R; Boudreau A; Marcous D Painchaud M; (1992). La biscuiterie industrielle. In, **Bourdeau A ; Menard G ; (1992)** Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Les presses de l'université Laval. Sainte-Foy Canada : 287-348. 439 P.

Mohtej-Lambalais C ;1989. Les aliments. Edition Maloine. 203p.

Mokrane Hind (2010) Valorisation des matières protéiques de céréales locales : sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moenche) et mil perlé (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br). Ecole nationale polytechnique (El-Harrach- Alger)2010.

Monawar, L. Y. (1983). Valeur alimentaire des céréales indigènes soudanaises. Thèse de doctorat, Université de Khartoum, Soudan.

Murty, D. S., & Kumar, K. A. (1995). Utilisations traditionnelles du sorgho et du mil. Dans D. A. V. Dendy (Ed.), *Sorghum AND millets : Chemistry AND technology* (pp. 185-221). Paul, MN, American Association of Cereal Chemists, Inc.

Nani, A., Brixi-Gormat, N., Bendimred-Hmimed, S., Benammar, C. et Belarbi, M. (2012). Étude de l'impact du millet (*Pennisetum glaucum*) sur le métabolisme glucidique et lipidique chez le rat diabétique. *Pharmacologie fondamentale et clinique*, 26, 53.

National Cancer Institut . Facteurs de risque du cancer. (2015). <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk> / Consulté le 15.07.17.

Obilana, A. B. et E. Manyasa. 2002. Millets. Dans : P. S. Belton et J. R. N. Taylor (Eds.). pp. 177-217. Pseudo-céréales et moins courantes céréales : Propriétés des céréales et potentiel d'utilisation. Springer-Verlag: New York.*

Obilana, A. O., Odhav, B., & Jideani, V. A. (2014). Functional and physical properties of instant beverage powder made from two different varieties of pearl millet. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2, 250-257.

Omoba, O. S., Taylor, J. et Kock, H. L. (2015). Profils sensoriels et nutritionnels de biscuits à base de sorgho complet et de millet perlé, ainsi que de farine de soja avec et sans fermentation du levain. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(12), 2554-2561.

Onweluzo, J. C., & Nwabugwu, C. C. (2009). Fermentation of millet (*Pennisetum americanum*) and pigeon pea (*Cajanus cajan*) seeds for flour production: Effects on composition and selected functional properties. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8, 737-744. ex

Osman, M. A. (2011). Effet du processus de fermentation traditionnel sur les teneurs en nutriments et en antinutriments du millet perlé lors de la préparation du *Lohoh*. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10(1), 1-6.

Parameswaran, K. P., & Thayumanavan, B. (1995). Homologies between prolamins of different minor millets. *Plant Foods for Human Nutrition*, 48(2), 119-126.

Partenaires de l'OMS et de l'ONU (2015). Statistiques par pays et estimations de la santé mondiale. Organisation mondiale de la santé. <http://www.who.int/gho/countries/bra.pdf/> ; <http://www.who.int/gho/countries/ind/en/> Consulté le 14.07.17.

Paryet, B ; et Delcour, J. A. (2008). The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(9), 824-839.

Premavalli, K. S., Roopa, S., & Bawa, A. S. (2004). Effect of variety and processing on the carbohydrate profile of finger millet. *Trends in Carbohydrate Chemistry*, 9, 109-113.

Quinn, M.R. and L.R. Beuchat, (1975). Functional property changes resulting from fungal fermentation of peanutflour. *J.Food,Sci.*,40:475-478.

- Rachie KA. (1975).** Introduction. In: Rachie KA. Millets: Importance, Utilization and Outlook. Hyderabad (Andhra Pradesh). *International Crop Research Institute for Semi-Arid crops.1*, 2-4.
- Rateesh, K., Usha, D., & Malleshi, N. G. (2012).** Influence of decortication, popping and malting on bio-accessibility of calcium, iron and zinc in finger millet. *LWT—Food Science and Technology*, 48, 169–174.
- Rathi A, Kawatra A, Sehgal S, Housewright B 2004.** Influence of depigmentation of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) on sensory attributes, nutrient composition and in vitro digestibility of biscuits. *Lebensm. Wiss. Technol.* 2004 ; 37:187-192.
- Romier, B., Schneider, Y.-J., Larondelle, Y., & During, A. (2009).** Les polyphénols alimentaires peuvent moduler la réponse inflammatoire intestinale. *Nutrition reviews*, 67(7), 363-378.
- Rooney, L. W., and McDonough, C. M. (1987).** Food quality and consumer acceptance in pearl millet. In ‘Proceedings, International Pearl Millet Workshop’ (J. R. Witcombe and S. R. Beckerman, eds.), pp.43/61. ICRISAT, Patancheru, India.
- Sade, F. O. (2009).** Proximate, antinutritional factors and functional properties of processed pearl millet (*Pennisetum glaucum*). *Journal of Food Technology*, 7(3), 92-97.
- Saldivar, S., Rooney, L.W. (1995).** Structure and chemistry of sorghum and millets. In: Dendy, D.A.V. (Ed.), Structure and Chemistry of Sorghum and Millets. *American Association of Cereal Chemists*, St Paul, MN, USA.69-124.
- Saldivar, S.D., McDonough, C.M. & Rooney, L.W. (1991).** The millets. In K.J. Lorenz & K. Kulp, eds. Handbook of cereal science and technology p. 271-300. New York, Marcel Dekker.
- Ish, A. S. M., Zhang, Q., Chen, J., & Shen, Q. (2013).** Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12, 281-295.
- Shan, S., Li, Z., Guo, S., Li, Z., Shi, T. et Shi, J. (2014).** Une peroxydase dérivée du son de millet inhibe la migration cellulaire en antagonisant la transition épithélio-mésenchymateuse à médiation STAT3 dans le cancer du côlon humain. *Journal of Functional Foods*, 10, 444-455.
- Shan, S., Shi, J., Li, Z., Gao, H., Shi, T., Li, Z. et Li, Z. (2015). Les activités anticancéreuses ciblées d'une peroxydase dérivée du son de millet ont été médiatisées par une production élevée de ROS. *Food & function*, 6(7), 2331-2338.
- Shobana, S., Sreerama, Y., & Malleshi, N. (2009).** Composition et propriétés inhibitrices des

- enzymes de l'enveloppe de la graine de millet (*Eleusine coracana* L.) : Mode d'inhibition de la α -glucosidase et de l'amylase pancréatique. *Food Chemistry*, 115(4), 1268-1273.
- Shukla, K., & Srivastava, S. (2014). Évaluation des nouilles incorporées au millet commun pour leur valeur nutritive et leur indice glycémique. *Journal of Food Science and Technology*, 51(3), 527-534.
- Siegel, A. and B. Fawcett, (1978).** Food Legume Processing and Utilization. International Development Research Centre, Ottawa.
- Sramkova, Z., Gregova, E., & Sturdík, E. (2009).** Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chimica Slovaca*, 2(1), 115-138.
- Sridhar, R., & Lakshminarayana, G. (1994).** Contents of total lipids and lipid classes and composition of fatty acids in small millets: Foxtail (*Setaria italica*), Proso (*Panicum miliaceum*), and Finger (*Eleusine coracana*). *Cereal Chemistry*, 71(1), 355–359.
- Sridhar R., & Lakshminarayana G. (1992).** Lipid Class Contents and Fatty Acid Composition of Small Millets: Little (*Panicum sumatrense*), Kodo (*Paspalum scrobiculatum*), and Barnyard (*Echinochloa colona*). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 40(1), 2131-2134.
- Taylor, J. R. N. (2004).** Millet: pearl. *Encyclopedia of Grain Science*, 2(1), 253-261.
- Tomkins, A., D. Alnwick and P. Haggerty, (1987).** Fermented Foods for Improving young Child Feeding in Eastern and Southern Africa. In: Improving Young Child Feeding in Eastern and Southern Africa, Alnwick, D., S. Moses and O.G. Schmidt (Eds.). International Development Research Centre, Ottawa, pp: 198-208.
- Tou, E. H., Guyot, J. P., Mouquet-Rivier, C., Rochette, I., Counil, E., Traoré, A. S., & Trèche, S. (2006). Étude par enquêtes et cinétique de fermentation de la transformation traditionnelle du millet perlé (*Pennisetum glaucum*) en *ben-saalga*, une bouillie fermentée du Burkina Faso. *International Journal of Food Microbiology*, 106(1), 52-60.
- Tse C; Peters C; E. M; Schaffer, T; et Hoover, W.J. (1973).** High protein cookies. Effect of soy fortification and surfactants. *Bakers Digest*, 47(4), 34-39.
- Srikanth, S., & Chen, Z. (2016).** Plant Protease Inhibitors in Therapeutics-Focus on Cancer Therapy. *Frontiers in Pharmacology*, 7.

- Ugare, R., Chimmad, B., Naik, R., Bharati, P., & Itagi, S. (2014).** Indice glycémique et signification du millet de basse-cour (*Echinochloa frumentacae*) chez les diabétiques de type II. *Journal of Food Science and Technology*, 51(2), 392-395.
- Van Rensburg, S. J. (1981).** Preuves épidémiologiques et alimentaires d'une prédisposition nutritionnelle spécifique au cancer de l'œsophage. *Journal of the National Cancer Institute*, 67(2), 243-251.
- Vieira-Dalodé, G., Madode, Y. E., Hounhouigan, J., Jespersen, L., & Jakobsen, M. (2008).** Use of starters cultures of lactic acid bacteria and yeasts as inoculum enrichment for the production of gowé a sour beverage from Benin. *African Journal of Microbiology Research*, 2, 179–186.
- Yang, X., Z. Wan, L. Perry, H. Lu, Q. Wang, C. Hao, J. Li, F. Xie, J. Yu, T. Cui, T. Wang, M. Li et Q. H. Ge.2012.** Utilisation précoce du millet dans le nord de la Chine. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* pp. 115.

