
Soumis le : 25 Avril 2013

Forme révisée acceptée le : 15 Mai 2015

Email de l'auteur correspondant :

kouladoukani@gmail.com

Nature & Technology

Etude comparative entre le couscous industriel et le couscous à base de glands

¹K. DOUKANI

¹ Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ibn Khaldoun, BP 78 Zaaroura -Tiaret 14000, Algérie

Résumé

L'objectif de cette étude est de comparer la qualité du couscous « Safina » Mostaganem et celle du couscous aux glands.

Pour réaliser ce travail, nous avons effectué des tests physiques (granulométrie, humidité, indice de gonflement, activité de l'eau et indice de couleur), des tests biochimiques (fibres alimentaires, taux de cendres, matière grasse et protéines) et des tests microbiologiques (levures et moisissures, *Clostridium* sulfite réducteurs et germes totaux). Sur les deux types de couscous, les résultats obtenus ont montré que:

- Le couscous aux glands est plus intéressant ($A_w=0,549$) du point de vue commercial que celui à base de blé dur ($A_w=0,615$).
- L'indice de couleur a montré une coloration jaune plus prononcée pour le couscous « Safina », ce qui attire le consommateur.
- La qualité culinaire du couscous à base de blé dur ($IG=3,43$) est plus considérable que celle du couscous aux glands ($IG=2,10$).
- La qualité nutritionnelle du couscous aux glands (fibres alimentaires=3,13%, taux de cendres=1,54% et protéines=13,54%) est plus appréciable que celle du couscous à base de blé dur (fibres alimentaires=0,51%, taux de cendres=0,91% et protéines=14,96%). Par contre, le couscous à base de blé dur est plus riche en protéines (14,96%MS) que celui à base de glands (13,54% MS).
- Sur le plan microbiologique, les deux types de couscous sont conformes aux normes. Les dénombrements des levures et moisissures, des germes totaux et des *Clostridium* sulfite réducteurs ont montré des valeurs largement inférieures aux seuils déterminés par la réglementation.

Mots clés: Couscous ; glands ; analyses physico-chimiques ; analyses microbiologiques

Abstract

The aim of this study was to compare the quality of industrial couscous "Safina" from Mostaganem with acorns couscous. To accomplish this work, physical tests (particle size, moisture, swelling index, water activity and color index), biochemical tests (dietary fiber, ash, fat and protein) and microbiological tests (yeasts and molds, *Clostridium* sulfite reducing and total germs) were conducted. From the two types of couscous, the results showed that acorns couscous is more interesting ($A_w = 0.549$) from commercial point of view that made of durum wheat ($A_w = 0.615$), the color index showed more pronounced yellow color for industrial couscous, which attracts the consumer, durum wheat couscous cooking quality ($GI = 3.43$) is greater than acorns couscous ($GI = 2.10$) and nutritional quality couscous with acorns (dietary fiber = 3.13%, ash = 1.54% and protein = 13.54%) is more significant than durum wheat couscous (dietary fiber = 0.51%, ash = 0.91% and protein = 14.96%). On the other hand, the durum wheat couscous is higher in protein (14.96% DM) than on acorns (13.54% DM). From a microbiological point, the two types of couscous are satisfactory. Yeasts and molds, *Clostridium* sulfite reducing and total germs counts showed well below values of thresholds determined by the regulation.

Key words: Couscous; Acorns; Durum wheat; physicochemical parameters; Microbiological parameters

1. Introduction

En tant que source énergétique et protéique, les aliments à base de blé demeurent la principale nourriture des humains. La fabrication de produits issus de blé et spécialement le blé dur tels que les semoules, pâtes alimentaires, couscous industriel...etc. est répandue dans l'industrie agro-alimentaire [6].

Parmi les pâtes traditionnelles, le couscous vient en tête des pâtes consommées par la famille algérienne. Une enquête sur la population algérienne a révélé une consommation moyenne du couscous fin de l'ordre de 9.21 kg/an/hab [28].

Le couscous n'est pas seulement le "plat national" mais il fait partie de la vie quotidienne de la famille algérienne ; il faut signaler aussi la richesse de cet aliment en amidon ce qui augmente son apport énergétique (354 Kcal/100g), et la présence de certaines protéines nécessaires pour l'organisme [8].

La possibilité d'obtenir un couscous à partir d'autres produits tels que les glands reste une alternative intéressante dans le but de valoriser ce produit et d'améliorer la qualité du couscous obtenu. Etant donné que les glands sont des fruits de chêne vert qui appartiennent à la famille des *Cupulifères*, riches en matière amylacées, en fibres et en minéraux [29].

La majorité des individus préfèrent consommer le couscous d'origine artisanale que le couscous industriel. Du point de vue économique, le facteur origine influe automatiquement sur le prix du produit, le couscous industriel « Safina »-Mostaganem coute 75 DA pour le sachet de 1Kg. Le couscous à base de glands est méconnu de point de vue économique car il est presque absent sur le marché algérien, certaines familles le prépare traditionnellement.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui a pour but d'étudier la possibilité de valorisation des glands de chêne vert en les transformant en couscous.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Lieu et période du travail

Le présent travail a été réalisé dans les Grands Moulins du Dahra du groupe METIDJI - Mostaganem ; route de Salamandre du 04/ 2012 jusqu'à 06 /2012.

Les tests analytiques ont été effectués en 02 laboratoires ; le laboratoire « GMD » pour les analyses physiques et le laboratoire « Menuts » pour les tests biochimiques.

Les analyses microbiologiques ont été réalisés dans le laboratoire de Microbiologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la vie - Université Ibn Khaldoun-Tiaret.

2.2. Matière première

Les deux matières premières; le blé dur (*Triticum durum*) et les glands de chêne vert (*Quercus ilex*) proviennent de la wilaya de Tissemsilt (origine Algérienne) .

Après transformation de la matière première, on obtient les deux produits finaux suivants :

- Le couscous industriel « Safina » issu de la transformation de la semoule extrafine selon des procédés industriels effectués au niveau de la couscousserie du groupe METIDJI.
- Le couscous de glands préparé à base de la farine de gland de chêne vert (1/3) mélangée avec de la semoule fine « Safina » (2/3) (préparation artisanale).

2.3. Paramètres physiques

2.3.1. Granulométrie

Mettre 50g (m_0) de notre échantillon dans une tamiseuse qui comprend 9 tamis organisés selon le diamètre des pores du haut vers le bas comme suit : 1400, 1250, 1120, 900, 710, 630 μm en plus d'un fond ramasseur et procéder à l'agitation pendant 15 min; une fois le tamisage terminé, desserrer le couvercle et peser l'extraction (m_1) de chaque tamis [4].

Les résultats obtenus pour la granulométrie sont calculés selon la formule suivante :

$$\text{Granulométrie} = \frac{m_1}{m_0} \times 100$$

m_1 : Masse retenue des tamis après tamisage en (g)..

m_0 : Masse de la prise d'essai en (g)..

2.3.2. Humidité

Selon AFNOR NF V03-707 [1] , sur une balance analytique, peser 5 g de chaque échantillon (couscous au gland et couscous à base de blé dur) et mettre dans un dessiccateur (pour le transférer directement vers l'étuve multicellulaire à 130°C pendant 120 min.

Les résultats de l'humidité sont exprimés selon la formule suivante :

$$H = \frac{m_1 - m_2}{m_0}$$

H : Teneur en eau (humidité) exprimé en %.

m_0 : Masse de la prise d'essai en (g).

m_1 : Masse de la coupelle additionnée à celle de la prise d'essai en (g).

m_2 : Masse totale après étuvage en (g).

2.3.3. Indice de gonflement

Peser 50 g de notre échantillon et le mettre dans une éprouvette vide pour mesurer le volume (v_1) puis verser le contenu dans un bécher rempli de 200 ml d'eau distillée et laisser reposer pendant 30 min. puis effectuer la lecture du volume obtenu (v_2) [11].

L'indice de gonflement est calculé selon la formule suivante :

$$IG = \frac{v_2}{v_1}$$

IG : Indice de gonflement.

v_1 : Volume de l'échantillon à sec (ml).

v_2 : Volume de l'échantillon humide après 30 min (ml).

2.3.4. Activité de l'eau

L' A_w mètre (hygromètre à point de rosée) mesure l'activité de l'eau des produits alimentaires.

Mettre l'échantillon dans les deux creusets contenus dans l' A_w mètre, insérer la coupelle contenant l'échantillon à analyser sans couvercle dans la chambre de mesure (à gauche), pour avoir le résultat rapidement insérer la coupelle contenant le 2^{ème} échantillon à couvercle fermé dans la chambre de pré-conditionnement (à droite) pour atteindre l'équilibre thermique, fermer bien le couvercle et démarrer la mesure. Quand la mesure est terminée, le système fixera le résultat à l'écran [24].

2.3.5. Indice de couleur

Effectuer cette analyse en utilisant le chromamètre, enlever le capuchon de la tête de mesure, mettre le produit à analyser dans la cellule en verre et placer dessus le tube de projection de lumière en suite placer la tête de mesure à la verticale au dessus de ce tube et appuyer sur la touche mesure (il ne faut pas bouger la tête au cours de la mesure). Une fois la mesure est terminée, les résultats s'affichent et les données mesurées sont automatiquement mises en mémoire [25].

2.4. Paramètres biochimiques

2.4.1. Dosage de gluten

Prendre 10 g de farine à base de glands, la déposer dans la chambre de lavage, lui ajouter 4,5 ml de solution de chlorure de sodium (2%) à l'aide d'une pipette automatique puis démarrer le cycle de mélange et de lavage, après 5 min de malaxage on récupère le gluten sans le déformer. Dans le gluten index, placer la boule de gluten à l'intérieur de la cassette de centrifugation, retirer cette dernière pour avoir le gluten et le peser ; le reste du gluten à l'intérieur de la filière est le gluten résiduel, son

pourcentage représente le gluten index. Le total : gluten ayant traversé et le gluten résiduel constitue le gluten humide. Enfin, mettre en marche le glutork à 150°C et mettre la boule de gluten dans le centre. Une fois le séchage est terminé, peser l'échantillon ; c'est le gluten sec [2].

2.4.2. Fibres alimentaires

Peser 1 g de notre échantillon et le mettre directement dans le dessiccateur, puis procéder à l'étuvage de l'échantillon dans des creusets à 105°C pendant 1 heure et laisser refroidir dans un dessiccateur 15 à 30 min pour obtenir la masse (m_1); ensuite, insérer les creusets dans l'extracteur des fibres alimentaires et ajouter de l'acide sulfurique à 1,25% bouilli dans les colonnes contenant du produit à analyser jusqu'au 2^{ème} trait et remplir celles qui ne contiennent pas de produits à l'eau distillée. Evacuer l'acide et rincer les colonnes 3 fois à l'eau distillée chaude, après avoir vidangé le dernier rinçage, ajouter 150 ml de l'hydroxyde de potassium à 1,25% bouilli dans les colonnes contenant du produit à analyser et refaire l'évacuation de la même façon. Introduire le creuset contenant le résidu humide dans une étuve à 105°C pendant 1 h, retirer le creuset de l'étuve et le refroidir dans le dessiccateur pendant 15 à 30 min et le peser (m_2). Enfin, introduire le creuset contenant le résidu sec dans un four à moufle à 550°C pendant 3 h et le repeser après refroidissement dans un dessiccateur (m_3) [3].

Le taux des fibres alimentaires est exprimé comme suit:

m_1 : Masse de la prise d'essai en (g).

m_2 : Masse de l'échantillon après l'étuvage en (g).

$$\text{Taux des fibres} = \left[\frac{\left(\frac{m_2 - m_3}{m_1} \right) \times 100}{(100 - H)} \right] \times 100$$

m_3 : Masse de l'échantillon après incinération en (g).

H : Taux d'humidité de l'échantillon en (%).

2.4.3. Taux de cendres

Selon AFNOR NF V03-720 [1], pré-incinérer 5g de notre échantillon à l'entrée du four à moufle jusqu'à l'apparition d'une flamme puis l'introduire dedans à 900°C pendant 2 heures et effectuer la pesée.

Le taux de cendres est calculé selon la formule suivante:

m_0 : Masse de la prise d'essai en (g).

m_1 : Masse de la coupelle vide en (g).

$$\text{Taux de cendres} = \left[\frac{\left(\frac{m_2 - m_1}{m_0} \right) \times 100}{(100 - H)} \right] \times 100$$

m_2 : Masse de l'échantillon après incinération en (g).
 H : Taux d'humidité de l'échantillon en (%).

2.4.4. Matière grasse

Selon AFNOR NF V03-707 [1], Peser 5g (m_0) de l'échantillon à analyser dans une cartouche, couvrir avec du coton dégraissant, connecter la cartouche sur l'adaptateur de cartouche et ouvrir le robinet de refroidissement, allumer l'extracteur de matière grasse) et introduire la cartouche avec l'adaptateur dans l'appareil, puis remplir de solvant (éther de pétrole) la moitié du béccher d'extraction préalablement séchée avec les billes de régulation d'ébullition à 105°C pendant 30 min et laisser refroidir dans un dessiccateur 15 à 30 min et pré-peser (m_1). Commencer le chauffage pendant 15 min pour ensuite déclencher l'opération de lavage à reflux qui dure 50 min à sa fin, déclencher l'opération de séparation Solvant/ Matière Grasse qui dure environ 20 min. Une fois que le solvant est totalement récupéré, sécher le béccher contenant la matière grasse à 105°C pendant une heure, le refroidir dans un dessiccateur puis le peser (m_2).

La teneur en matière grasse est calculée selon la formule suivante :

m_0 : Masse de la prise d'essai en (g).
 m_1 : Masse du creuset vide en (g).
 m_2 : Masse de l'échantillon après étuvage en (g).

$$\text{Teneur en matière grasse (\%)} = \left[\frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_0} \right] / (100 - H) \times 100$$

H : Taux d'humidité de l'échantillon en (%).

2.4.5. Dosage des protéines

Selon AFNOR NF V03-750 [1], le dosage des protéines se fait selon la méthode de Kjeldahl, peser 1g de l'échantillon à analyser (m_0) et le mettre dans un tube Kjeldahl, ajouter sur la prise d'essai (15ml) d'acide sulfurique pur, placer le tube dans la plaque chauffante du digesteur Kjeldahl et le chauffer à 420 °C pendant une heure, puis procéder à un refroidissement de 50 à 60°C ; ensuite effectuer un rinçage des parois du tube et le remplir avec de l'eau distillée, déposer un Erlen Mayer sur son support pour collecter le distillat, laver le mélange avec de la soude NaOH (30%) puis réaliser une distillation de 3 min.

Récupérer le distillat puis titrer ce dernier avec de l'acide sulfurique jusqu'au virage de couleur du distillat vers le gris transparent et enregistrer le volume de l'acide nécessaire pour le virage (V_1) et (V_2) le volume de l'échantillon . La teneur en protéines par rapport à la matière sèche est calculée selon l'équation suivante:

m_0 : Masse de l'échantillon à analyser en (g).
 H : Taux d'humidité de l'échantillon en (%).
 v_1 : Volume de l'acide nécessaire pour le titrage

$$\text{Teneur en protéines (\%)} = \left[\frac{(v_2 - v_1) \cdot 8,75}{1000 \cdot m_0} \times 100 \right] / (100 - H) \times 100$$

(ml).

v_2 : Volume de l'échantillon (distillat) (ml).
 8,75 : Coefficient de détermination de l'azote total.

2.5. Paramètres microbiologiques

Suspensions mères : Elles sont préparées en mélangeant 100 g de chaque type de couscous dans un litre d'eau distillée accompagnées d'agitation.

Dilutions décimales : Préparer trois tubes à essai contenant chacun 9ml d'eau peptonée; ensuite, ajouter 1ml de suspension mère dans le premier tube (10^{-1}), prélever 1ml de la première dilution et l'ajouter au second tube (10^{-2}) et faire de même pour les dilutions qui restent.

2.5.1. Recherche des levures et moisissures

Inoculer les boîtes de Petri avec 1 ml de différentes dilutions, couler l'OGA (15 ml) refroidie à 45°C, mélanger et laisser solidifier, couler une deuxième couche de gélose (4ml) et laisser refroidir. Incuber les boîtes à couvercle en bas à 30°C pendant 3 à 5 jours [22].

2.5.2. Recherche des Clostridium Sulfitoréducteurs

Prélever (1ml) de la suspension mère et l'introduire dans un tube à essai, ajouter rapidement (0.5ml) de sulfite de sodium et quelques gouttes d'Allen de fer. Remplir le tube avec de la VF (19ml), mélanger doucement la préparation et la laisser solidifier. Incuber le tube à 46°C±2°C pendant 20h [30].

2.5.3. Recherche des germes totaux

Retirer 1ml de chaque concentration décimale diluée avec de l'eau peptonée, puis couler 15ml de PCA, mélanger et laisser solidifier ensuite couler une deuxième couche de la même gélose (4ml), faire refroidir le mélange et incuber les boîtes à couvercle en bas [23].

2.5.4. Dénombrement des différents micro-organismes

Le dénombrement est effectué pour chaque type de micro-organisme (levures et moisissures, Clostridium Sulfitoréducteurs et germes totaux) se fait selon la loi de la moyenne pondérée [13] :

$$N = \frac{\sum c}{v \times 1,1 \times d}$$

N : Nombre de germes recherchés.

$\sum c$: Nombre total de colonies compté sur les deux boîtes.

v : Volume de l'inoculum en ml (v=1ml).

d : Facteur de dilution.

3. Résultats et Discussions

3.1. Paramètres physiques

3.1.1. Granulométrie

Les pourcentages des refus trouvés sur les différents tamis sont donnés dans le tableau 01.

Tableau 1. Expression des résultats de la granulométrie pour le CG* et le CB*

Diamètre des pores (µm)	1400	1250	1120	900	710	630	Fond ramasseur
CG	16,09	19,75	22,75	31,08	7,30	1,44	1,59
CB	25,56	27,17	20,06	21,33	5,58	0,22	0,08

*CG : couscous à base de glands

*CB : couscous à base de blé dur

Les résultats obtenus montrent que plus de 46 % de couscous industriel « Safina » sont retenus par le tamis ayant des mailles de 1120µm et 710µm, ce qui signifie un couscous moyen.

Pour le couscous à base de glands, les tamis ayant une granulométrie de 1120µm et 710µm retiennent plus de 60% de refus, donc ce dernier revient à la classe des couscous moyens également.

L'intérêt de détermination de la granulométrie est de savoir le degré d'homogénéité du produit fini selon la préférence de consommateur.

Selon [17], une granulométrie homogène conduit à une bonne préparation d'où intervient le rôle du calibrage.

Un couscous de qualité est défini par la majorité des consommateurs comme étant un produit fin de granulométrie homogène, donc la granulométrie est un critère d'évaluation de qualité [17].

3.1.2. Humidité

La figure n°1 résume les résultats obtenus.

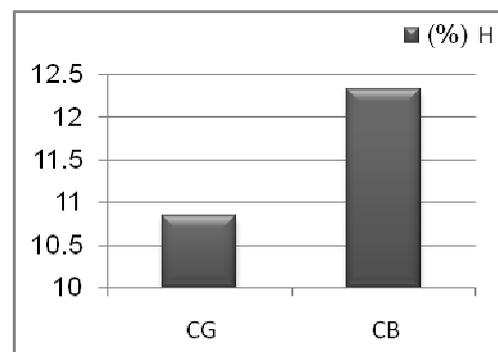


Fig. 1. Humidité des deux types de couscous

L'humidité du couscous industriel « Safina » est égale à 12,32 % ce qui répond à la norme qui doit être inférieure à 13,5% [10].

Pour le couscous à base des glands, le résultat obtenu est plus ou moins faible par rapport au premier produit (10.85%).

Selon [21], le couscous de blé montre l'humidité la plus élevée par rapport aux trois formules de couscous destinés pour malades coeliaques : Riz-févérole, riz-pois chiche, riz-pois oléagineux qui présentent 9.74, 9.40 et 9.64 % d'humidité respectivement. Ces résultats sont du même ordre de grandeur que ceux de [15] pour couscous de blé mais plus faibles pour les couscous sans gluten (à base de riz et légumes secs).

[18] a remarqué que l'humidité du couscous artisanal ne dépasse pas le seuil de 8 % par rapport à l'humidité élevée du couscous industriel (dépassant 12 %) et cela peut être dû au double séchage effectué à l'air libre à l'ombre puis au soleil (étape de finition de séchage). Par contre, celui des produits industriels est fait dans des séchoirs dont les facteurs température et temps sont contrôlés.

Cette différence peut être due à la nature de la matière première, la technique de séchage et les conditions de stockage [6].

La recherche de la teneur en eau a un intérêt commercial afin de limiter la durée de stockage ou la date limite de consommation [6].

3.1.3. Indice de gonflement

Les résultats sont résumés dans la figure n° 2.

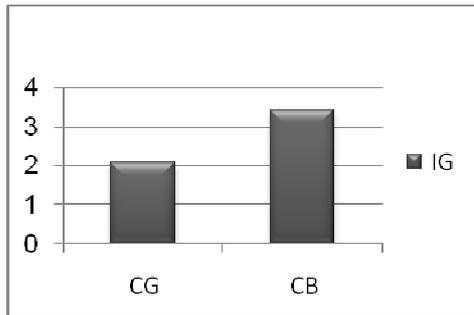


Fig. 2. Indice de gonflement des deux types de couscous

La valeur de gonflement pour le couscous industriel « Safina » (3,43) est supérieure à celle des glands (2,10). Cette différence est due à la faible hydratation au cours de la préparation du couscous des glands par contre la préparation du couscous industriel nécessite plus d'hydratation.

Ces résultats concordent avec ceux trouvés par [14] qui ont montré que l'indice de gonflement augmente nettement avec le taux d'hydratation des semoules. On a constaté aussi, que la taille des grains de couscous augmente avec l'augmentation du taux d'hydratation [5]. Cela est confirmé par [16] et [27] qui ont constaté qu'une hydratation insuffisante a pour effet de diminuer de manière très importante le taux de roulage aux profits des fractions fines.

D'après [18], le phénomène de gonflement résulte de l'absorption de différentes quantités d'eau par les éléments constitutifs des grains de couscous. Il a trouvé que le couscous du blé semble absorber le plus d'eau et gonfler à un niveau supérieur à ceux observés pour les couscous sans gluten (trois formulations du couscous : Riz-pois chiche, riz-pois protéagineux et riz-févérole). Ceci pourrait être expliqué essentiellement par la présence de gluten dans le couscous témoin et son absence dans les trois autres types de couscous étudiés et serait un bon indicateur et un bon élément de distinction du comportement de plusieurs couscous dans des conditions expérimentales simplifiées.

la force de gonflement indique la capacité de l'amidon à s'hydrater sous des conditions spécifiques (temps / température). Le comportement de gonflement dépend aussi de l'espèce botanique et du type cristallin de l'amidon natif [26].

L'absorption de l'eau ou le degré d'hydratation est influencé par la technique de transformation utilisée (industrielle, traditionnelle) ou la quantité d'eau ajoutée par l'industriel au cours du mélange [6].

Ce paramètre présente deux objectifs ; l'un est de connaître son comportement lorsqu'il y a un contact avec les liquides (sauce, lait.....etc.) et

l'autre est de constater indirectement la durée de vie ou de stockage du couscous en fonction du degré d'hydratation des particules [6].

D'après les résultats enregistrés, on remarque que le couscous à base des glands peut avoir une durée de vie plus prolongée que le couscous industriel.

3.1.4. Activité de l'eau

Les résultats sont obtenus directement et résumés dans la figure n° 3.

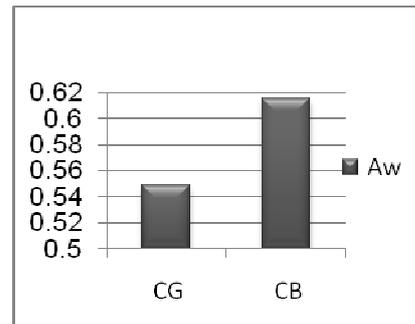


Fig. 3. Activité d'eau des deux types de couscous

L'activité de l'eau permet de prévoir les échanges d'eau entre un produit et son environnement. Elle influe sur le développement microbien, les réactions enzymatiques, le brunissement non-enzymatique et l'oxydation des lipides [12].

L'activité de l'eau du CG relativement faible par rapport à celle du CB montre qu'il est moins exposé à la contamination par les micro-organismes d'où sa longue durée de vie (intérêt commercial) [6].

3.1.5. Indice de couleur

Les résultats sont donnés dans la figure n° 4

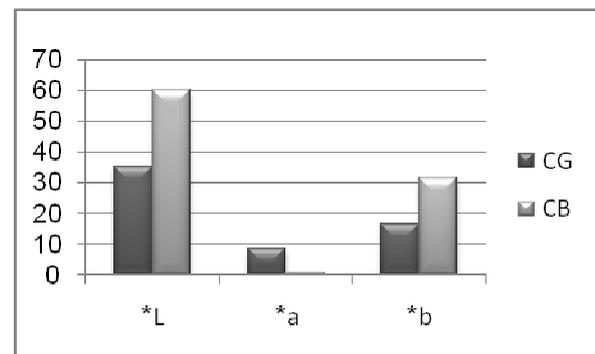


Fig. 4. Indice de couleur des deux types de couscous.

L* : Indice de clarté

a* : Indice de brun

b* : Indice de jaune

La notion de couleur est liée à la perception et à l'interprétation subjective de chacun. Pour cette raison, il était nécessaire de créer une méthode standard en se basant sur des propriétés spectrales en traversant des faisceaux lumineux sur le produit à analyser, permettant d'exprimer les couleurs de manière précise et accessible à tout le monde [6].

L'indice de clarté et de jaune du CG est largement inférieur à celui du CB mais son indice de brun est relativement supérieur ce qui exprime la grande différence de couleur entre les deux échantillons (le CG est brun et le CB est jaune).

Selon [19] et [9], l'indice de couleur peut déterminer la quantité de pigments présents et par conséquent la pureté du produit à analyser. Le caractère recherché par le consommateur est la couleur jaune.

3.2. Paramètres biochimiques

3.2.1. Dosage du gluten

La farine de glands ne contient pas de gluten (0%) car ce dernier est totalement absent dans le fruit (glands). D'après les résultats enregistrés, ce produit alimentaire est très bon pour les gens qui souffrent de la maladie coeliaque [20].

3.2.2. Fibres alimentaires

Les résultats sont résumés dans la figure n° 5.

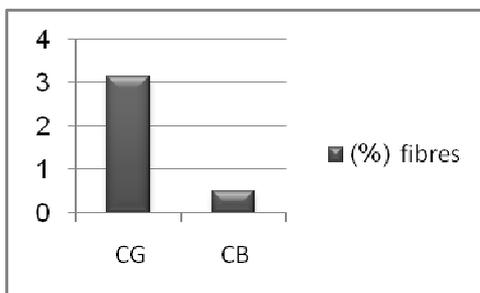


Fig. 5. Teneur en fibres alimentaires des deux types de couscous

D'après les résultats trouvés, la teneur en fibres est plus faible pour le couscous industriel (0,51% MS) par rapport au couscous à base des glands est de (3,13% MS).

Cette différence entre les deux s'explique par de nombreux facteurs tels que la variété, le degré de maturité, les conditions de mouture et la quantité des enveloppes existante [20].

D'après les résultats enregistrés, on constate que le couscous à base des glands présente un intérêt nutritionnel grâce à la quantité importante

des enveloppes qui possèdent un rôle régulateur du transit intestinal [20].

3.2.3. Taux de cendres

Les résultats sont résumés dans la figure n° 6.

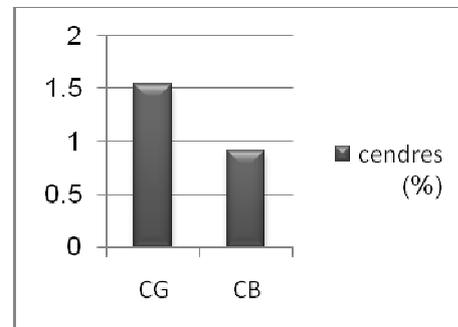


Fig.6. Taux de cendres des deux types de couscous

Le résultat de la fraction minérale du couscous industriel « Safina » est de 0.91% de la matière sèche.

Pour le couscous à base des glands, on remarque une forte proportion par rapport à la précédente (1,54% MS).

Les résultats enregistrés sont en accord avec ceux de [6] qui a trouvé que la teneur en cendres doit être inférieure à 1.2%.

Cette différence est expliquée premièrement par le degré de pureté du produit à analyser, deuxièmement elle revient à la proportion des enveloppes présente dans le produit, car les glands sont plus vêtus en enveloppes que le blé (la matière minérale se concentre beaucoup plus dans les enveloppes).

D'autres facteurs de différence : la variété, le stade de maturité des grains, les conditions de la mouture.

La recherche de la teneur en cendres présente une importance réglementaire par la mesure du degré de pureté [6].

3.2.4. Matière grasse

Les résultats sont donnés dans la figure n° 7.

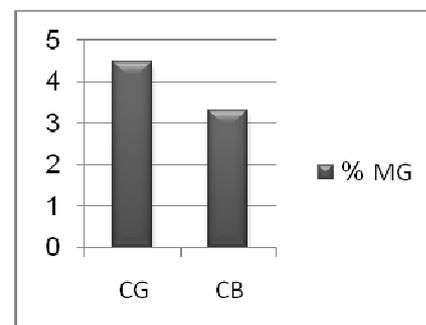


Fig.7. Teneur en matière grasse des deux types de couscous

La proportion de la matière grasse par rapport à la matière sèche pour le couscous industriel « Safina » est de 3,32%. Par contre, le couscous à base des glands présente une forte proportion par rapport à la première qui 4.46%. Ceci est expliqué par la richesse de la farine de glands en lipides, de l'autre coté la semoule de blé dur est pauvre parce qu'on a éliminé le germe qui les contient au cours de la mouture [6].

Des travaux réalisés par [5] sur ce paramètre ont montré que la teneur en matière grasse dans le couscous est de 2.96%.

Donc d'après les résultats enregistrés sur la matière grasse, on constate que la farine de glands de chêne est rapidement oxydable à celle de blé dur, mais elle présente un avantage de point de vue nutritionnel, c'est sa contenance en acide gras essentiels qui sont très bénéfiques pour l'organisme [6].

3.2.5. Protéines

Les résultats sont donnés dans la figure n° 8.

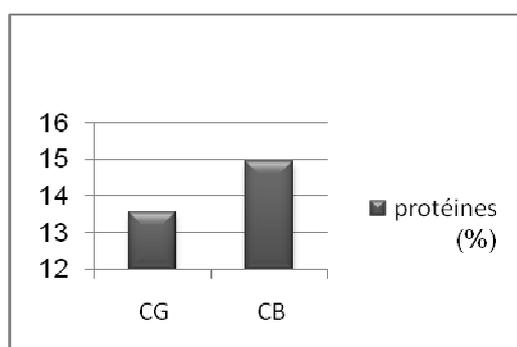


Fig. 8. Teneur en protéines des deux types de couscous

D'après les résultats enregistrés, on constate que la proportion des protéines existante dans le couscous à base des glands est plus faible que celle du couscous industriel. Ces résultats sont comparables aux travaux de [7] qui ont trouvé une teneur en protéine de 13%.

Cette différence peut être expliquée par différents facteurs tels que l'influence du patrimoine génétique de chaque type de produit qui est adopté de synthétiser telle quantité et qualité d'acides aminés.

La teneur en protéines est un critère important d'appréciation de la qualité aussi bien pour l'alimentation animale (valeur alimentaire d'un produit) que pour l'alimentation humaine (valeur d'utilisation) [6].

Cette détermination est presque toujours spécifiée dans les contrats de compte tenu des teneurs qui existent entre la teneur en protéines et la valeur d'utilisation des variétés, c'est un des critères intéressants à prendre en compte dans le classement des lots à la réception [6].

3.3. Paramètres microbiologiques

Les résultats de comptage des germes recherchés sont enregistrés dans le tableau 2.

Tableau 2. Expression des résultats du dénombrement des germes recherchés pour les deux types de couscous

Germe recherché	Germes totaux			<i>Clostridium</i> sulfito réducteurs			Levures et Moisissures		
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
N	0	0	0	0	0	0	200	0	0
N*	0	0	0	0	0	0	300	0	0

N : Couscous à base de blé dur

N* : Couscous à base de glands

Pour le couscous à base des glands, on a obtenu un nombre élevé de levures et moisissures par rapport à celui de couscous industriel à base de blé dur, cette différence revient au fait que le couscous à base de glands est fabriqué traditionnellement contrairement au couscous à base de blé dur.

Les résultats montrent que le couscous à base de glands est exempt de *Clostridium* sulfito

réducteurs ainsi le couscous à base blé dur. Cela est expliqué par la bonne qualité hygiénique de ces produits.

Pour les germes totaux, les résultats sont toujours négatifs pour les deux types de produit, ceci est dû à la faible activité d'eau car les germes totaux ne peuvent se développer en cas d'activité d'eau basse.

D'après les résultats trouvés, on constate que les deux produits sont aptes à la consommation de point de vue microbiologique (Voir Tableau 3).

Tableau 3. Les caractéristiques microbiologiques du couscous en fonction des normes internationales

Microorganisme recherché	Nombre de germes pour 1g de produit	Norme
Levures/g+Moisissures/g	300	[22]
Anaérobies sulfito-réducteurs/g	100	[30]
Microorganismes aérobies à 30°C/g	30000	[24]

4. Conclusion générale

L'étude comparative entre les deux types de couscous nous a permis de constater des différences sur le plan physique, biochimique et microbiologique.

Le couscous artisanal à base de glands a une structure plus homogène et une surface lisse par contre, le couscous industriel « Safina » est constitué de grains rugueux et a une forme hétérogène.

Sur le plan physique, l' A_w du couscous aux glands (0,549) est inférieure à celle du couscous à base de blé dur (0,615) ce qui va augmenter sa durée de vie. La qualité culinaire du couscous à base de blé dur (IG=3,43) est meilleure que celle du couscous aux glands (IG=2,10).

Sur le plan biochimique, le couscous aux glands est plus riche en fibres alimentaires (3,13%MS), en cendres (1,54%MS) et en matière grasse (4,46%MS) que le couscous à base de blé dur (0,51%, 0,91% et 3,32% respectivement). Par contre le couscous à base de blé dur est plus riche en protéines (14,96%MS) que celui à base de glands (13,54%MS).

Sur le plan microbiologique, l'analyse des résultats a montré que les deux types de couscous sont conformes aux normes. Les dénombrements des levures et moisissures, des germes totaux et des *Clostridium* Sulfitoréducteurs ont montré des valeurs largement inférieures aux seuils déterminés par la réglementation.

En continuité à ce travail, il serait intéressant de faire des tests de cuisson et des tests de dégustation pour mieux évaluer la qualité organoleptique surtout pour le couscous aux glands. Toute fois, d'autres investigations maintiennent des réflexions concernant la fabrication du pain, des gâteaux, des galettes, spécialement pour les personnes qui sont allergiques au gluten (malades coeliaques).

Remerciements

Je tiens à exprimer mes plus vives reconnaissances au directeur général de l'unité de (Groupe Metidji, Grands moulins de Dahra – Mostaganem) qui m'a donné libre accès à son laboratoire de contrôle de qualité afin d'effectuer cette présente étude.

Références

- [1] AFNOR , Contrôle de la qualité des produits alimentaires : Céréales et produits céréaliers, AFNOR / DGCCR , 3ème ed., Paris, 360 p, 1991.
- [2] AOAC (Association of official Analytical Chemists) , Official methods of analysis : Gluten in foods ,15th ed., AOAC International, Goithersburg,MD, Method 991.19, 1990 a.
- [3] AOAC (Association of official Analytical Chemists) , Official methods of analysis : Total Dietary fiber in foods , 15th ed., AOAC International , Arlington , VA, Method 985.29, 1990 b.
- [4] A. Senator , Contribution à l'étude de la valeur coussoussière :comparaison entre deux processus de fabrication , Thèse d'ingénieur , INA . El Harrach , 73 p, 1983.
- [5] A. Yesli , Etude de l'influence des lipides sur la qualité technologique de quelques variétés de blé algérien , Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger, 98 p, 2001.
- [6] C. Bar , Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. (Guide pratique) , ed., ITFC céréaliers de France, Paris, 253 p, 2001.
- [7] C.Y. Liu , K. W. Shepherd , A. J. Rathjen , Improvement of durum wheat pasta making and bread making qualities, Cereal Chem. 73 (1996) 2 : 155 -166.
- [8] E. Fredot , Connaissance des aliments, ed., Lavoisier,Paris, 397 p ,2005.
- [9] E. Trentesaux , Evaluation de la qualité du blé dur, in : Franzo N.di , Kaan . F, Nachit.M (Eds) , La qualité du blé dur dans la région méditerranéenne, Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 53 -59 pp. 1995.
- [10] FAO , Codex Alimentarius : Céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et protéines végétales ,Vol 7, FAO, 2^{ème} ed., Rome , 164 p,1996.
- [11] J. Abecassis , La mouture de blé dur. Biotransformation des produits céréaliers, APRIA/INRA, ed., Tec et Doc Lavoisier, Paris, 221 p,1991.
- [12] J.C. Cheftel , H. Cheftel , Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Tome I, ed., Tech et Doc Lavoisier , Paris, 381 p, 1976.
- [13] J.P. Larpent , Microbiologie alimentaire, Technique de laboratoire, ed., Lavoisier, Paris ,860-870 pp ,1997.
- [14] K. Aluka , J. C. Miche , J. Faure , Conditions d'une fabrication mécanique du couscous de maïs en Afrique de l'ouest, IAA – Mai (1985) 457-461.
- [15] L. Benatallah, M.N.Zidoune, H.Oulamara, A.Agli , Formulation et fabrication de couscous à base de riz et de légumes secs pour malades coeliaques, Actes SAR GP3A, Tunis: 160-164, 2006.
- [16] L. Guezlane , Mise au point de méthodes de caractérisation et étude de modifications physico-chimiques sur l'effet de traitement hydro thermique en vue d'optimiser la qualité du couscous de blé dur, Thèse de Doctorat d'Etat, INA. El Harrach, Alger, 189 p. 1993.
- [17] L. Guezlane, J. Abecassis , Méthodes d'appréciation de la qualité culinaire du couscous de blé dur, IAA .11 (1991) 966-971.
- [18] L.Mezroua , Etude de la qualité culinaire de quelques couscous industriels et artisanaux et effet d'adjonction de la matière grasse durant la cuisson. Thèse de Magister en Sciences Alimentaires, option : Technologies Alimentaires , INATAA . Université de Constantine, 117 p , 2011.
- [19] L. Yousfi , Influence des conditions de fabrication sur la qualité du couscous industriel et artisanal, Thèse de Magister en

Sciences Alimentaires, option : Technologies Alimentaires, INATAA. Université de Constantine, 141 p, 2002.

[20] **M. Seyer**, Les fibres alimentaires et le pain de blé entier, ed., Université LAVAL –Québec, 105 p, 2005.

[21] **N. Boucheham**, Aptitude technologique de trois formules à base de riz pour la fabrication de couscous sans gluten. Thèse de Magister en Sciences Alimentaires, option : Biochimie et Technologies Alimentaires, INATAA. Université de Constantine, 84 p, 2009.

[22] **NF ISO 7954**, Microbiologie alimentaire, Directives générales pour le dénombrement des levures et des moisissures, Technique par comptage des colonies à 25°C (indice de classement: V 08-022), 1988.

[23] **NF ISO 4833**, Microbiologie alimentaire, Directives générales pour le dénombrement des micro-organismes, Méthode par comptage des colonies obtenues à 30 °C (indice de classement: V 08-011), 1991.

[24] **NF ISO 712**, Céréales et produits céréaliers, Détermination de la teneur en eau, Méthode de référence, 2010.

[25] **NF ISO 11664-4**, Colorimétrie, Partie 4 : Espace

chromatique L* a* b* CIE 1976 (indice de classement : T36-007-4PR), 2008.

[26] **N. Singh, L.Kaur, K.S.Sandhu, J.Kaur, K.Nishinari**, Relationships between physicochemical, morphological, thermal, rheological properties of rice starches.. Food Hydrocolloids 20 (2006) :532–542 .

[27] **N. Yettou, L. Guezlane, G. Ounane**, Mise au point d'une méthode instrumentale d'évaluation de la délitescence du couscous de blé dur, Actes du premier symposium international de blé : enjeux et stratégies, Alger 7-9 Février 2000 . OAIC : 271-275 , 2000.

[28] **R. Benlachehab (2008)**, Scores lipidiques de certains plats traditionnels consommés à Constantine, Thèse de Magister, INATAA. Université de Constantine, 175 p, 2008.

[29] **S. Camara**, Composition chimique des glands de chêne vert crus autoclavés à 80°C et 110°C pendant 1 heure, Thèse d'ingénieur d'état en Agronomie, Université de Mostaganem, 82 p, 1992.

[30] **XP- V08-061**, Dénombrement des germes anaérobies sulfito-réducteurs, Méthode de routine, 1996.