



Université Mohamed Kheider Biskra

Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomique

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Qualité et métrologie appliquée à l'agronomie

Réf : /

Présenté par

BEN SALEM Fatima Zahra

Soutenue publiquement le 10 Juin 2024

Thème

Etude de l'effet du coupage de blé local et blé importé sur la qualité du couscous industriel : cas de couscous El-Baraka

Jurys :

Mme SAIGHI.S	Université de Biskra	Présidente
Mme DJOUDI.I	Université de Biskra	Examinatrice
Mme BOUKHALFA.H.H	Université de Biskra	Promoteur

Année universitaire : 2023 - 2024

Remerciements

﴿رب اشرح لي صدري ويسر لي أمري واحلل عقدة من لساني يفقهوا قولي﴾

Je remercie Dieu le tout puissant qui m'a aidé à réaliser ce travail.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma reconnaissance à la promotrice de ce mémoire, M^{me}. BOUKHALFA HASSINA HAFIDA pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Ma gratitude va également aux membres du jury, qui ont bien voulu donner de leur temps pour examiner ce travail.

Je désire aussi remercier l'équipe pédagogique de l'institut, qui m'a fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études académiques.

Mes sincères salutations à mon mari, l'ingénieur de qualité du groupe El-Baraka Mr. KHALED BEN AMOR pour son accompagnement très important. C'était vraiment une très belle expérience. Merci El-Baraka.

Dédicace

Je dédie ce travail

A mon mari khaled

L'homme qui m'a poussé à ce succès, avec tout mon amour, tu es le meilleur soutien qui m'a apporté ma vie et mon bonheur, je demande à Dieu d'être content de toi et de te protéger pour moi.

A ma mère

Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifices. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long ma vie .quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance. Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A mon père

De tous les pères, tu es le meilleur. Aucune dédicace ne saurait exprimer ma reconnaissance et mon profond amour .puisse dieu vous préserver et vous procurer santé et bonheur .vous êtes et vous rester pour moi ma référence, la lumière qui illumine mon chemin, ce travail est le résultat de l'esprit de sacrifice dont vous avez fait preuve, l'encouragement et le soutien que ne cessez de manifester, j'espère que vous y trouver les fruits de votre semence et témoignage de ma grande fierté de vous avoir comme père.

A mes chers frères et sœurs

Mes complices de toujours, je vous envoie tout mon amour et ma gratitude nos liens sont plus forts que les mots ne peuvent l'exprimer. Vous êtes mes piliers, et je vous aime plus que tout au monde.

A mes amies

Salwa, Imane, Radhia, Hassina, Hana, Fouzia, Ibtissem, Rayane, Salma, Bahya, Aicha, Samira, Amina, hayat, Nabila, Raouia, Souhir.

Fatima Zahra

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Chapitre I : Etude bibliographique

1-Définition de blé dur (*Triticum durum*) 4

2- Classification systématique du blé dur 4

3- Histologie du grain de blé dur..... 5

4-Composition biochimique du blé dur..... 5

5-Critères d’appréciation de la qualité de blé dur 6

5-1-Agréage 7

5-1-1- Taux de moucheture..... 7

5-1-2-Taux de mitadinage 7

5-1-3-Taux des impuretés 7

5-2-Poids spécifique (PS) 7

5-3-Poids de mille grains (PMG)..... 8

5-4- Teneur en eau 8

6- Couscous (Etymologie)..... 8

7-Définition du couscous 9

8- Composition biochimique du couscous 9

9-Les matières premières utilisées dans la fabrication du couscous 9

9-1- La semoule 9

9-1-1-Critères d’appréciation de la qualité physico-chimique et technologique de la
semoule 10

9-2-L’eau de mélange 11

10-Critères d’appréciation de la qualité du couscous..... 11

10-1-Qualité physico-chimique 11

10-1-1-Granulométrie	11
10-1-2-La couleur	11
10-1-3-Teneur en eau	11
10-1-4 Taux des cendres	12
10-2-Qualité culinaire.....	12
10-2-1-Indice de gonflement.....	12
10-2-2-Temps de cuisson et poids après cuisson.....	12
10-3-Evaluation par analyse sensorielle	12

Chapitre II : Matériels et méthodes

1-Objectif	15
2-Présentation du groupe El-Baraka	15
3-Technologie couscoussière	15
3-1-Hydratation et malaxage	16
3-2-Roulage	16
3-3-Cuisson.....	16
3-4-Séchage	16
3-5-Refroidissement	16
3-6-Calibrage	16
3-7-Stockage et conditionnement	16
4-Détermination des critères de la qualité de blé dur.....	17
4-1-Agréage	17
4-1-1-Taux des impuretés	17
4-1-2-Taux de mitadinage.....	17
4-1-3-Taux de moucheture.....	18
4-2-Poids spécifique (PS)	19
4-3-Poids de mille grains (PMG).....	20
4-4- Teneur en eau	20

5- Détermination des critères de la qualité physico-chimique et technologique de la semoule	21
5-1-Granulométrie	21
5-2-Test de couleur	22
5-3-Teneur en eau	22
5-4-Taux des cendres	22
5-5-Teneur en gluten	24
6-Détermination des critères de la qualité du couscous	25
6-1-Qualité physico-chimique	25
6-1-1-Granulométrie	25
6-1-2-Test de couleur	25
6-1-3-Teneur en eau	25
6-1-4 Taux des cendres	26
6-2-Qualité culinaire.....	26
6-2-1-Indice de gonflement.....	26
6-2-2-Temps de cuisson et poids après cuisson	27
6-3-Evaluation par analyse sensorielle	27

Chapitre III : Résultats et discussion

1- Caractéristiques physicochimiques de blé dur	31
1-1-Agréage	32
1-1-1- Impuretés totales	32
1-1-2-Taux de moucheture.....	32
1-1-3-Taux de mitadinage.....	33
1-2- Poids de mille grains (PMG).....	33
1-3-Poids spécifique (PS)	34
1-4-Humidité	35
2- Caractéristiques physico-chimiques et technologique de la semoule	35

2-1-Granulométrie	35
2-2-Test de couleur	37
2-3-Teneur en eau	38
2-4-Taux des cendres	39
2-5-Teneur en gluten	40
3-Caractéristiques physico-chimiques et culinaire du couscous	42
3-1- Caractéristiques physico-chimiques.....	42
3-1-1-Granulométrie	42
3-1-2-Test de couleur	44
3-1-3-Teneur en eau	46
3-1-4 Taux des cendres	48
3-2-Qualité culinaire.....	50
3-2-1- Indice de gonflement.....	50
3-2-2- temps et poids après cuisson	51
4-Evaluation par analyse sensorielle	53
Conclusions	31
Références bibliographique	
Annexes	
Résumé	

Liste des tableaux

	Pages
Tableau 01 : Classification systématique du blé dur (<i>Triticum durum</i>).	4
Tableau 02 : Composition biochimique du couscous industriel.	9
Tableau 03 : Caractéristiques physicochimiques de blé dur local et importé.	31
Tableau 04 : Analyse de la variance ANOVA d'indice de jaune (b*) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	45
Tableau 05 : Analyse de la variance ANOVA d'indice de brun (a*) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	46
Tableau 06 : Analyse de la variance ANOVA de teneur en eau (%) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	48
Tableau 07 : Analyse de la variance ANOVA de teneur en cendres (%) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	49
Tableau 08 : Analyse de la variance ANOVA d'indice de gonflement de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	51
Tableau 09 : Analyse de la variance ANOVA de poids après cuisson (g) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	53
Tableau 10 : Résultats d'analyses sensorielle de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	54

Liste des figures

Figure 01 : le blé dur (<i>Triticum durum</i>).	4
Figure 02 : Coupe longitudinale présentant les constituants du grain de blé dur.	5
Figure 03 : Le couscous de blé dur.	8
Figure 04 : Granulométrie des semoules de blé dur local et importé.	36
Figure 05 : Variations des indices de couleur (b*) et (a*) des semoules de blé dur local et importé.	37
Figure 06 : Variations des teneurs en eau (%) des semoules de blé dur local et importé.	39
Figure 07 : Variations des taux des cendres (%) des semoules de blé dur local et importé.	40
Figure 08 : Variations de teneurs en gluten (%) des semoules de blé dur local et importé.	41
Figure 09 : Granulométrie de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	43
Figure 10 : Variations des indices de couleur (b*) et (a*) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	44
Figure 11 : Variations des teneurs en eau (%) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	47
Figure 12 : Variations de taux des cendres (%) de Couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	48
Figure 13 : Variations d'indices de gonflement de Couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	50
Figure 14 : Variations des poids après cuisson (g) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.	52

Liste des abréviations

C ° : degré Celsius

(g) : grammes

H : humidité

h : heure

hl : hectolitre

ISO : international standard organisation

JORA : journal officiel de la république algérienne

Kg : Kilogrammes

(mg) : milligrammes

ml : millilitre

mm : millimètre

µm: Micromètre

min : minutes

N : nombre

NA : normes algérienne

NF : normes française

P : probabilité

Sec : Second

Tr/min : tours par minute

% : Pourcent

Introduction

Le blé est l'une des céréales connues depuis l'antiquité, est la base de la nourriture de l'homme. Pendant plusieurs siècles, il a été vénéré comme un dieu et associé à la pluie, l'agriculture et la fécondité (**Ruel, 2006**).

Les blés constituent la principale source de protéines pour l'alimentation humaine et se distinguent par leur haute valeur nutritionnelle et leur capacité rhéologique (teneur élevée en protéines, ténacité, gonflement et extension du gluten), ils constituent la matière de base pour la production de semoule, pâtes, de couscous et de la galette (**Bonjean et Picard, 1990**). La qualité industrielle des blés durs peut être subdivisée en valeurs semoulière et en valeur pastière. Le premier est l'aptitude d'un blé à donner un rendement élevé en semoule de pureté déterminée, la seconde permet de prévoir les caractéristiques (aspect, comportement à la cuisson) des produits finis (**Maata, 2012**).

Le terme semoule désigne le produit obtenu par la mouture des graines de blé. La semoule est issue de l'endosperme amylicé (albumen) de grain de blé dur, donc sa composition chimique est étroitement liée à celle du blé dur et au diagramme de mouture (nombre de passages d'extraction). Elle contient 10 % à 16.5% des protéines dont 80 % à 85% sont des protéines de réserve, 80% de glucides dont 78% sous forme d'amidon (amylose et amylopectine) et 2% sous forme de sucres réducteur. Elles contiennent aussi des pentosanes avec un pourcentage de 1.5 à 3% (**Feillet, 2000**).

La semoule est le produit fini de la première transformation de blé, et la matière première de la deuxième transformation en couscous et pâtes alimentaires, une semoule de blé dur destinée à la fabrication du couscous doit posséder un ensemble de qualités physiques (granulométrie), chimiques (amidon, protéines et lipides) et plastiques (élasticité et extensibilité) harmonieusement combinées.

Le couscous est un produit fabriqué à partir du blé dur, cependant, il n'existe pas de définition spécifique du couscous dans la réglementation, celui-ci est simplement apparenté à la famille des produits issus du blé dur, le plus fabriqué et le plus apprécié par la population rurale et urbaine du Maghreb (**Guezlane et Senator, 1985**).

Le couscous fournit une part importante de l'apport énergétique de la ration (350 kcal / 100g de ms) vue sa richesse en glucides (75g/100g). La qualité organoleptique regroupe la qualité commerciale qui concerne l'aspect du couscous (couleur, granulométrie, forme des particules, etc.) et la qualité culinaire qui représente le comportement des grains du couscous au cours de la cuisson. On peut considérer la qualité hygiénique du couscous

comme excellente, si on respecte strictement les conditions d'hygiène au cours de la fabrication notamment lors de la pré-cuisson et le séchage (**Dagher, 1991**).

Le couscous est considéré comme un plat d'exception dans l'alimentation du consommateur algérien, pour toutes les couches de la société, non seulement parce qu'il est facile à préparer et qu'il est un plat traditionnel au menu des fêtes religieuses et nationales, mais c'est aussi une source importante de besoins énergétique comme les sucres (amidon) et les protéines (**Mezroua, 2011**). Le consommateur est donc soucieux d'obtenir un produit de haute qualité et conforme aux normes algériennes, cette qualité nécessite l'utilisation de blé dur comme matière première et doté de hautes propriétés physicochimiques et technologique, et c'est ce qui ne peut être disponible que dans le blé importé au détriment du blé local, ce qui nécessite des charges financières supplémentaires sur le trésor public et en devises (**El-Baraka, 2024**).

A cet égard, et afin de lever l'ambiguïté sur ce sujet, nous tenterons d'étudier certaines des propriétés physicochimique de blé dur local et importé (Agréage, humidité, poids spécifique, poids de mille grains..), en tant que matière première, puis nous étudions certaines des propriétés physicochimiques et rhéologiques de la semoule (Granulométrie, humidité, cendres, gluten...), en tant que matière première intermédiaire issue de blé dur local et importé, conduisant à l'étude de certaines caractéristiques physicochimiques (Granulométrie, humidité, cendres, couleur..), culinaires (Gonflement, poids après cuisson..), et évaluation sensorielle de couscous à base de blé dur local et importé ainsi qu'à l'étude de l'étendue de l'effet de coupage de blé dur local et importé sur les caractéristiques physicochimiques, culinaires et sensorielle de couscous et l'étendue de sa capacité à conserver les caractéristiques de haute qualité de son homologue à base de blé dur importé.

Notre manuscrit est organisé de la manière suivante : la première partie est consacrée à une étude bibliographique qui traite successivement caractérisation physico-chimique de blé dur, caractérisation physico-chimique et technologique de la semoule et caractérisation physico-chimique et culinaire de couscous. Une deuxième partie est réservée à étude expérimentale qui subdivisé en deux sous parties : le premier est matériel et méthodes, qui présente les différents méthodes et équipements utilisés pour déterminer les caractéristiques physico-chimiques de blé dur, caractéristiques physico-chimiques et technologique de la semoule et caractéristiques physico-chimiques, culinaire et évaluation sensorielle de couscous, le deuxième présente les résultats obtenus et leur discussion.

Chapitre I : Etude bibliographique

1-Définition de blé dur (*Triticum durum*)

Le blé dur est une céréale largement cultivée dans le monde, c'est un aliment de base populaire. Est appelé ainsi (dur) en raison de la dureté de son grain figure (01), il est issu du croisement naturel entre deux espèces sauvages : *Aegilops speltoides* et *Triticumboeotucum*, (Zaghouane et al., 2023).

Dans l'alimentation humaine : Le blé dur est destiné au pain traditionnel (galettes), à la biscuiterie, à la fabrication de semoule (pour le couscous et les pâtes). Leur intérêt dans l'alimentation animale : consommés sous forme de poudres ou granules, est lié à leur richesse en vitamines, protéines et minéraux en quantités intéressantes (Canadas, 2006).



Figure 01 : le blé dur (*Triticum durum*) (Photo originale, 2024).

2- Classification systématique du blé dur

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales constitué d'une graine et de tégument, le grain est un fruit sec et indéhiscents, appelé caryopse. Est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des Graminacées, (Lesage, 2011). La classification détaillée est illustrée dans le tableau (01) :

Tableau 01 : Classification systématique du blé dur (*Triticum durum*) (Naville, 2005).

Classe	Angiospermes
Ordre	Monocotylédones
Famille	Poacées (Gramineae)
Tribu	Hordées
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i>
Nom commun	Blé dur

3- Histologie du grain de blé dur

Le grain de blé dur est formé de trois parties :

- L'albumen, constitué de l'albumen amylicé et de la couche à aleurone (80- 85 % du grain).
- Les enveloppes de la graine et du fruit (13 – 17 %).
- Le germe (3%), composé d'un embryon et du scutellum.

La qualité du blé dur est influencée par chacun des constituants du grain qui joue un rôle seul ou en interaction avec d'autres constituants dans l'expression de la qualité. Parmi ces composants les protéines, l'amidon, les lipides, les enzymes, etc. (Boudjabi, 2017).

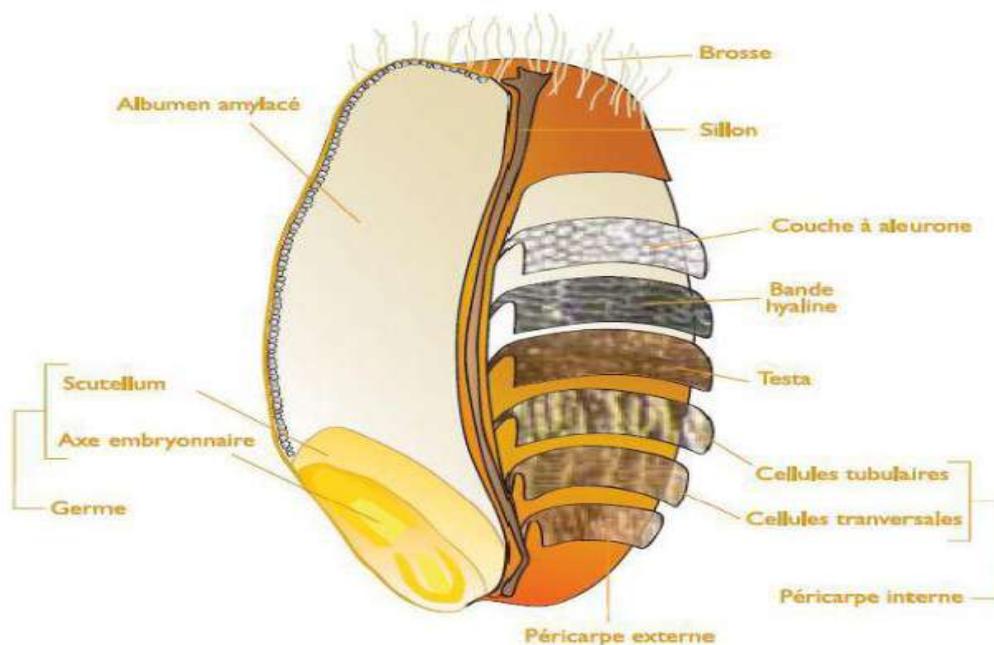


Figure 02 : Coupe longitudinale présentant les constituants du grain de blé dur (Paul, 2007).

4-Composition biochimique du blé dur

La connaissance de la composition chimique du blé donne une idée sur sa valeur nutritionnelle et technologique, globalement le grain du blé est composé de : l'eau, les glucides, les lipides, les minéraux, les vitamines et les protéines.

✓ L'eau

Le pourcentage en eau du blé varie selon la variété et le temps de récolte, il est d'environ 13,5%, ce pourcentage a deux effets différents ; il permet d'une part une aptitude de stockage à long duré et inhibe d'autre part le développement des microorganismes notamment les Moisissures.

✓ Les glucides

La fraction importante des glucides est représentée par l'amidon d'environ 60 à 70% du grain et ainsi d'autre pentoses et matières cellulosiques.

✓ Les lipides

Les grains de blé sont pauvres en lipides, sa teneur en lipides est d'environ 2,7 %.

✓ Les protéines

Sont à la base de la qualité technologique du blé et de leurs débouchés que ce soit de première transformation (semoule, farine) ou de deuxième transformation (pâtes alimentaires, couscous, pain), ils contribuent à l'expression des caractéristiques culinaires. Le grain de blé contient entre 10 % et 15% de protéines selon la variété (**Benchikh, 2015**).

✓ Les minéraux et vitamines

Les matières minérales se trouvent en faible proportion. Le potassium, le phosphore, le calcium et le magnésium étant les plus élevés parmi les matières minérales contenus dans le blé (**Doumandji et al., 2003**).

La seule vitamine liposoluble présente est la vitamine E avec 1,4 pour 100 g de la matière sèche, la vitamine C est quasi absente. Le blé est une source intéressante en vitamine du groupe B (**Vierling, 2008**).

5-Critères d'appréciation de la qualité de blé dur

La qualité est une somme de caractéristiques qui vont du rendement semoulière jusqu'à l'aptitude à la transformation, et s'élabore toute au long du cycle de développement pour répondre aux attentes des industriels, semouliers et pastiers. Il existe plusieurs critères pour l'appréciation de la qualité des grains de blé dur. Ils dépendent en partie de la variété et de techniques culturales.

5-1-Agréage

5-1-1- Taux de moucheture

Les grains mouchetés sont ceux qui ont le germe et le sillon colorés en brun-noir par des champignons (*Alternaria* et *Cladosporium*) apparus en milieu humide, c'est un assez grave défaut, car se traduit par une diminution de la qualité commerciale des semoules et pâtes alimentaires à cause de la présence de points noirs dans ces derniers (**Loué, 1970**).

La moucheture est due à des facteurs biotiques (champignons, cultivar de blé) et ceux abiotiques (principalement les conditions environnementales) (**Chau, 2019**).

5-1-2-Taux de mitadinage

Est un critère d'appréciation déterminant dans le rendement et la qualité de la semoule et des produits dérivés. Le mitadinage exerce une influence défavorable sur la qualité culinaire des pâtes alimentaires.

Le mitadinage serait dû, en particulier, à l'excès d'eau dans le sol et à un déficit d'azote et qui donne un grain gonflé, blanchâtre, à structure partiellement ou entièrement farineux, diminuant le rendement en semoule (**Soussa,2019**).

5-1-3-Taux des impuretés

Sont des éléments considérés comme indésirables dans le blé, elles sont constituées de grains de l'espèce cassés, altérés ou attaqués par des prédateurs, de graines étrangères. La connaissance du taux d'impuretés et leur nature est intéressante car elles provoquent un réel risque pour la semoulerie et les produits finis (**Lempereur et al., 1997**).

5-2-Poids spécifique (PS)

Est la mesure de la quantité de grains au volume. Elle présente un intérêt commercial; la masse volumique est toujours prise en compte dans les contrats commerciaux et dans les transactions bien que son intérêt technique soit très limité (**Launa, 1991**).

Le poids spécifique dépend soit à des conditions climatiques (pluies tardives) ou à des maladies en particulier des fusarioses sur épis (**Masse et al., 2002**).

5-3-Poids de mille grains (PMG)

C'est une des composantes du rendement agronomique et rendement semoulier, la masse de 1000 grains d'un échantillon de céréales donne des indications sur le mode d'élaboration du rendement et des problèmes pendant son développement (échaudage, attaques par les insectes ou par les maladies) (Dexter et Matsuo, 1977).

5-4- Teneur en eau

La teneur en eau des grains est très importante pour leur conservation car elle est à la base de l'activité des insectes et de celle des innombrables microorganismes qui les couvrent (Aziez et al, 2003). La réglementation impose une teneur en eau < à 15% afin de faciliter la conservation et d'éviter une altération (Scotti, 1997).

6- Couscous (Etymologie)

L'origine berbère du mot couscous ne fait pratiquement pas de doute, même si sa formation exacte présente quelques obscurités. En effet, le terme, sous la forme de base seksu, est attesté dans quasiment tous les dialectes berbères algéro-marocains : kabyle, chleuh, rifain. Les dialectes berbères sahariens (touareg, Ghadames) présentent une forme légèrement différente : keskesu (Mezroua, 2011). Egalement, l'appellation de ce produit diffère selon les régions et la matière première utilisée, il est appelé maftoul moghrabiyyeh dans les pays de l'Est de la méditerranée et suksu kaniyyah au Soudan (Dagher, 1991).



Figure 03 : Le couscous de blé dur (Photo originale, 2024).

7-Définition du couscous

Est un produit composé de semoule de blé dur à laquelle l'eau potable est ajoutée pour l'agglomérer et soumise à des traitements physiques (malaxage et roulage) et à des traitements thermiques (pré-cuisson et séchage). Aucun autre ingrédient n'est ajouté sauf le sel, éventuellement présent dans l'eau d'hydratation utilisée pour l'agglomération de la semoule (AFNOR, 1992).

8- Composition biochimique du couscous

Le couscous est considéré comme un aliment énergétique, riche en amidon et protéines, la composition biochimique du couscous industriel est représentée dans le tableau (02) :

Tableau 02 : Composition biochimique du couscous industriel (Hebrard, 2002).

Composants	Teneur en g par 100 g
Eau	9,8 ±0,3
Amidon	85 ,6 ± 6,0
Protéines totales	13,5 ±0,5
protéines solubles	2,2 ± 0,1
Pentosane totale	1,4 ± 0,1

9-Les matières premières utilisées dans la fabrication du couscous

Le couscous est un produit préparé à base de semoule et l'eau, la qualité des produits finis dépend à la qualité des matières première.

9-1- La semoule

La qualité de couscous dépend essentiellement à la qualité de la semoule de blé dur qui est le substrat principal pour la fabrication des pâtes alimentaires en raison de sa teneur en gluten qui confère aux pâtes (couscous, pâtes alimentaires,...) leurs propriétés technologiques et rhéologiques spécifiques, leurs dureté, leur couleur unique, leur flaveur et leur qualité a la cuisson (Godon et Willm, 1991).

9-1-1- Critères d'appréciation de la qualité physico-chimique et technologique de la semoule

a- Granulométrie

La distribution granulométrique de la semoule est un facteur déterminant du fait qu'elle affecte les propriétés d'absorption des pâtes et par conséquent elle influe sur la qualité des produits finis (**Dexter et Matsuo, 1980**).

La granulométrie de la semoule varie en fonction de leur usage, dans la fabrication de couscous la semoule moyenne est le meilleur choix (**Godon et Willm, 1998**).

b- Couleur

La couleur est un facteur déterminant de la qualité organoleptique des semoules, c'est pourquoi elle est d'une importance primordiale en industrie alimentaire parce qu'elle affecte l'aspect des pâtes alimentaires produites, elle est généralement jaune ambrée, due à la présence des pigments caroténoïdes et xanthophylle dans la semoule (**Godon, 1998**).

c- Teneur en eau

Plus que la teneur en eau des semoules joue un rôle important au cours de malaxage de pâte, elle est d'une importance capitale sur le plan économique et dans la conservation de l'aliment (**I.T.C.F. 2001**).

d-Taux des cendres

En meunerie, la teneur en matières minérales varie dans le même sens que le taux d'extraction des semoules. Les cendres de l'amande est d'environ 10 fois plus faible que celle des enveloppes (**Ait slimane, 2008**). Les cendres contenues dans la semoule peuvent donner une couleur plus foncée aux produits finis (**AFNOR, 1991**).

e-Teneur en gluten

Les protéines du gluten sont caractérisées par leur aptitude à former une masse viscoélastique lorsque la semoule est mélangée avec de l'eau.

Le gluten est un composant qui détermine les propriétés rhéologiques et culinaires des semoules, plus la semoule a une forte teneur en gluten plus la qualité des produits finaux sera meilleur notamment dans la fabrication des pains traditionnels (**Kellou, 2008**).

9-2-L'eau de mélange

L'eau de fabrication doit être exempte de matière organique et laisser après évaporation un résidu inférieur à 400 ou 500 mg de matières minérales par litre. L'utilisation d'une eau de faible dureté hydrométrique est recommandée (**Feillet, 2000a**). De plus, l'eau doit être tiède et de température ne doit jamais dépasser 35 C ° et uniforme tout au long du malaxage, notamment en hiver où la semoule est stockée à l'extérieur (**Boudreau et Menard, 1992**).

10-Critères d'appréciation de la qualité du couscous

Le couscous doit être de bonne qualité, exempt de tout défaut et conforme aux normes.

10-1-Qualité physico-chimique

10-1-1-Granulométrie

Elle a pour objet la mesure la taille des particules élémentaires qui constituent les ensembles des grains de substances. La granulométrie de couscous doit être comprise entre 630 µm et 2000 µm (**Norme codex 202-1995**). Le couscous industriel est habituellement vendu sous trois types différents selon la taille de grain (fin, moyen et gros).

La description de granulométrie de couscous doit être envisagée par des courbes de distribution de dimension particulaire (**Guezlane, 1993**).

10-1-2-La couleur

Le couscous est caractérisé par une couleur jaune-claire. La couleur des grains dépend en grande partie de la couleur initiale de la semoule de blé dur.

La coloration est influencée par la quantité de pigments caroténoïdes et flavonoïdes ainsi que par la teneur en enzymes lipoxygénasiques et polyphénol-oxydasiques des variétés de blé dur (**Debbouz et al., 1994**).

10-1-3-Teneur en eau

L'humidité de couscous liée à l'humidité de la semoule utilisé et au paramètre de séchage. Les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneurs en eau à partir desquels sont appliquées des bonifications et des réfections (**Makabrou et Slimani, 2017**).

10-1-4 Taux des cendres

La couleur brune de couscous est un indicateur fort du pourcentage élevé de minéraux dans le couscous et constitué donc une mesure du degré de pureté et de l'absence de son dans la semoule utilisée (**Laboratoire El-Baraka, 2024**).

10-2-Qualité culinaire

La qualité culinaire d'un produit alimentaire correspond au comportement de l'aliment pendant et après sa cuisson. Par ailleurs, la cuisson des produits céréaliers a pour but de gélatiniser l'amidon pour le rendre hydrophile, de modifier l'aspect textural des produits de manière à leur conférer les caractéristiques souhaitées et d'élever la température des produits (**Yettou, 1998**).

10-2-1-Indice de gonflement

Il correspond à la capacité d'absorption d'eau par les granules de couscous au cours de la cuisson (**Feillet, 1986**). Il est mesuré par les changements du volume apparent d'un échantillon de couscous une fois immergé dans l'eau froide (à 25°C) ou chaude (à 100°C). Des valeurs élevées du gonflement du couscous renseignent sur la haute qualité de celui-ci (**Ounane et al. 2006**).

10-2-2-Temps de cuisson et poids après cuisson

Le temps de cuisson est un facteur très important pour définir la qualité culinaire des pâtes alimentaires ainsi que de couscous. Il base sur l'apparition d'un flux de la vapeur d'eau à la surface de couscous, le poids de couscous après cuisson est un indicateur de bonne absorption de la vapeur au cours de cuisson (**Derouiche, 2003**).

10-3-Evaluation par analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est la méthode de référence pour la détermination de la qualité culinaire de couscous puisqu'elle exprime l'impression directe du consommateur. Les critères retenus pour évaluer la qualité culinaire du couscous sont essentiellement :

- ✓ **Le collant** : est également un important critère de viscoélasticité. Il rend compte de l'agglutination des particules de couscous entre elles après hydratation.
- ✓ **La couleur du couscous** : Les grains de couscous sont caractérisés par une couleur jaune-claire.

✓ **Forme des particules** : la qualité du couscous sec est présentée dans la granulométrie homogène, la forme arrondie et la couleur jaune clair.

L'évaluation sensorielle est réalisée par l'utilisation des mentions suivantes : claire, très foncé, foncé, Aucune, désagréable, Agréable, bon, très bon, Mauvais, Fine, moyenne, grosse.

Le formulaire de réponse a été expliqué à tous les membres de jury. Les essais de dégustation ont été réalisés dans un endroit bien éclairé dont la température est constante

(Tebib et Sebrou, 2020).

Chapitre II :

Matériels et méthodes

1-Objectif

Notre travail s'articule autour de l'étude de l'effet du coupage de blé importé et blé local sur la qualité du couscous industriel de marque El-Baraka, à travers des analyses de quelques paramètres physicochimiques, culinaires et évaluation sensorielle de couscous issu de 100% blé importé, autre issu de 100 % blé local (comme deux couscous témoins) et un couscous issu de coupage (70 % blé importé et 30% blé local) tenant compte du fait que le coupage est en semoule comme matière première intermédiaire entre blé et couscous.

2-Présentation du groupe El-Baraka

Depuis 2001, le groupe El-Baraka est devenu un des leaders dans la fabrication des semoules et des farines au niveau national. Dès leurs créations, les Moulins El-Baraka ciblé comme objectifs de fabriquer une gamme des produits variés, de qualité supérieure répondant aux exigences du marché algérien et des consommateurs. L'année 2021 a vu naître une nouvelle unité de production de couscous et de pâtes, servant ainsi de point de départ fort et de complément à l'excellence du groupe El-Baraka dans le domaine de la transformation des céréales.

Le groupe El- Baraka, dont le directeur général ZERIBI FRADI, Son siège social est rue national n° 83 Zeribet El-Oued Biskra, se compose de deux sous unités : les moulins et une unité de production de couscous et pâtes alimentaires où se trouve le laboratoire de contrôle de qualité des matières premières et produits finis.

Les principaux atouts du Groupe EL-BARAKA sont ses employés et leurs expertises. Les connaissances, les compétences et l'expérience de leurs collaborateurs constituent le fondement de leur société. Ils continueront de bâtir l'avenir de la marque en leur appuyant sur les forces et les capacités de leurs collaborateurs et les exigences des clients.

3-Technologie couscoussière

Le couscous industriel, appelé couscous rapide du fait qu'il est considéré comme étant précuit, est obtenu par roulage mécanique, précuissons puis séchage. Il est fabriqué dans des lignes distinctes de celles des pâtes alimentaires.

3-1-Hydratation et malaxage

Mélange de la semoule moyenne destinée à la production de couscous et issu des silos de stockage, avec l'eau de mélange. La température de ce dernier varie de 35°C à 40°C. La quantité d'eau ajoutée est dépend du débit de la semoule et à sa teneur en eau, cette opération dure environ 15min dans un pétrin.

3-2-Roulage

Roulage des particules de la semoule pour les agglomérer en grains de dimension variable. Cette opération est réalisée dans des cylindres alvéolés rotatifs (rouleurs).

3-3-Cuisson

Le couscous est alors cuit à la vapeur (700 à 1000 kg/h) pendant (10 à 12min) sur un tapis en inox. Dès lors, les grains de couscous garderont leur forme définitive sans se désagréger.

3-4-Séchage

Le séchage s'effectue en deux stades, le premier de 100 °C à 110°C pendant 18 min à 20 min et le deuxième de 95°C à 105 °C pendant 20 min à 22 min ; et il joue un rôle important dans les caractéristiques organoleptiques du produit fini et pour atteindre une humidité de 12 % à 14%.

3-5-Refroidissement

L'objectif de cette étape est de refroidir le couscous et de lui donner une température adaptée, ainsi que de faire varier son humidité de 11.5 % à 12.5 %.

3-6-Calibrage

C'est la phase qui permet de classer les différents types de couscous. Ce dernier passe dans un plansichter muni de plusieurs tamis d'ouverture de mailles différents, permettant ainsi le classement des particules selon leur dimension. Les fines particules sont retournées à travers un vice fin vers le début de la chaîne pour être recyclé (au niveau de la mélangeuse). Les grosses particules et les boules vont être broyées puis retournées vers la chaîne au niveau des séchoirs.

3-7-Stockage et conditionnement

Le produit fini est stocké dans des silos dans des conditions hygiéniques propices à la conservation et il sera ensuite conditionné pour être enfin destiné à la mise sur le marché.

4-Détermination des critères de la qualité de blé dur

4-1-Agréage

4-1-1-Taux des impuretés

Principe (NF-ISO5223)

La détermination de taux d'impuretés consiste la séparation des petits grains, grains cassés, grains étrangers, dégermés ou autres éléments indésirables dans 100 grammes de blé sale.

Appareillage

- Diviseur d'échantillon.
- Balance analytique.
- Tamis en inox de 3.5 mm.
- Tamis à tôle perforée de trous longs de 2.1 mm x 20 mm.

Mode opératoire

La classification des impuretés de l'échantillon de blé comprend trois grandes étapes :

- Le tamisage de l'échantillon dans un tamis de fentes de 3.5mm pour extraire les matières inertes.
- Le tamisage de l'échantillon dans un tamis de fente de 2mm pour extraire les grains cassés, les grains échaudés et les grains maigres.
- Le triage manuel de toutes les autres impuretés après examen visuel de l'échantillon.

Expression des résultats

Après séparation des différentes impuretés, celles-ci sont pesées, et les résultats sont exprimés en pourcentage (%) par rapport à 100 grammes de blé sale.

4-1-2-Taux de mitadinage

Principe (NA 1183 : 1998) (ISO 5532/1987)

Elimination des grains mitadinés par tamisage et triage a la main, puis séparation des grains de blé visiblement mitadinés et vérification de l'état vitreux des autres grains en les coupant au scalpel.

Appareillage

- Diviseur d'échantillon.
- Balance analytique.

- Tamis à tôle perforée de trous longs de 2.1 mm x20 mm.
- Tamis en inox de 3.5 mm.
- Scalpel.
- Pince (pour extraction des grains mitadinés).

Mode opératoire

- Prélever environ 100 g de l'échantillon pour laboratoire à l'aide du diviseur d'échantillon et les peser à 0.1 g près ; soit m est la masse trouvée.
- Placer l'échantillon sur le tamis et agiter manuellement ou mécaniquement durant 30 Sec.
- Rejeter les matériaux passant à travers le tamis.
- Débarrasser à l'aide de la pince l'échantillon retenu sur le tamis des impuretés.
- Etaler la prise d'essai sur une surface plane.
- Examiner à l'œil nu chaque grain individuellement et mettre de côté tous les grains visiblement mitadinés.

Expression des résultats

Le taux de mitadinage est exprimé en (%) selon la formule :

$$\text{Taux de mitadiné (\%)} = (m_1 / m) \times 100 \quad \text{où}$$

m_1 : est la masse en gramme du blé mitadiné.

m : est la masse en grammes du prélèvement.

4-1-3-Taux de moucheture**Principe (NA 1183 : 1998) (ISO 5532/1987)**

Après avoir mélangé le contenu d'un sac qui contient le blé dur propre, un échantillon de 100 g est prélevé. Les grains mouchetés sont appréciés visuellement sur la prise d'essai de 100g.

Appareillage

Le même utilisés pour déterminer le taux de mitadinage.

Mode opératoire

Le même utilisés pour déterminer le taux de mitadinage.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en gramme de grain mouchetés pour 100g de l'espèce considérée, selon cette formule :

$$\text{Taux de moucheture (\%)} = (m_1 / m_2) \times 100 \quad \text{où}$$

m_1 : masse en gramme de grains entiers mouchetés présent dans 100g d'échantillon.

m_2 : masse en gramme du prélèvement (100g).

4-2-Poids spécifique (PS)

Principe (NA 19111 : 2014)

La masse à l'hectolitre de blé s'obtient par la masse d'un volume de blé, déterminé dans des conditions contrôlées de remplissage et d'écoulement de l'échantillon. La masse à l'hectolitre peut être effectuée par :

- a) L'espace vide intercalaire tributaire de la taille et de la forme des grains.
- b) La densité des grains.

Appareillage

-Instrument de mesure à fonctionnement manuel constitué d'une trémie de remplissage, d'un récipient mesureur et des accessoires nécessaires à leur utilisation (Niléma-litre).

-Balance analytique.

Mode opératoire

-Vérifier que les différents éléments constituant l'instrument sont propres et à l'état de fonctionnement.

-Peser le cylindre de Niléma-litre vide.

-S'assurer que le récipient mesureur muni du dispositif de remplissage est installé sur une base ferme et plane dont on aura vérifié l'horizontalité à l'aide d'un niveau à bulle.

- Remplir le cylindre en blé.

- Peser le cylindre de Niléma-litre avec la quantité de blé remplie.

Expression des résultats

$$\text{PS (Kg/hl)} = M_2 - M_1 \quad \text{où :}$$

PS : Poids spécifique.

M1 : masse récipient vide.

M2 : masse récipient rempli.

4-3-Poids de mille grains (PMG)

Principe (AFNOR V03 702.1981)

Détermination de la masse de 1000 grains entiers par comptage de 30g de blé, après élimination des impuretés et des grains cassés.

Appareillage

- Appareil automatique (NUMIGRAL).
- Balance analytique.

Mode opératoire

- Peser 30g de blé sale puis éliminer toutes les impuretés.
- Peser exactement le poids P en grammes (g) des grains entiers.
- Compter le nombre N de ces grains, puis déterminer l'humidité H(%) de l'échantillon.

Expression des résultats

La formule de détermination de poids de mille grains est la suivante :

$$\text{Poids de mille grains (g)} = (10 \times p \times (100-H)) / N \quad \text{où}$$

P : poids de grains entiers (g).

N : nombre de grains entiers. H : l'humidité de l'échantillon (%).

4-4- Teneur en eau

Principe (NA 1132 : 2012)

Broyage éventuel d'un échantillon après conditionnement, si nécessaire. Séchage d'une prise d'essai à une température entre 130°C et 133°C dans des conditions permettant d'obtenir un résultat concordant avec celui qui est obtenu par la méthode de référence fondamentale.

Appareillage

- Balance analytique.
- Broyeur.
- Capsules métallique.
- Etuve isotherme.
- Dessiccateur.

Mode opératoire

- Les capsules découvertes et leurs couvercles doivent sécher à l'étuve durant 15 min à 130°C, puis refroidir dans le dessiccateur.
- Peser la capsule métallique vide.
- Peser rapidement, à 0.001 g près, 5g d'échantillon broyée et homogène.
- Induire la capsule ouverte contenant la prise d'essai et le couvercle dans l'étuve pendant 2 h à une température de 130°C à 133°C.
- En opérant rapidement, retirer la capsule de l'étuve, la couvrir et la placer dans le dessiccateur.
- Laisser refroidir la capsule dans le dessiccateur pendant 15 min, puis peser la capsule.

Expression des résultats

La teneur en eau exprimée en pourcentage en masse du produit telle qu'elle est donnée par la formule ci-après :

$$H (\%) = 1 - \frac{(m_0 - m_1)}{5} \times 100 \quad \text{où :}$$

m_0 : Poids initiale de capsule en gramme (g)

m_1 : Poids finale après séchage en gramme (g)

5- Détermination des critères de la qualité physico-chimique et technologique de la semoule**5-1-Granulométrie****Principe (NA 6447 : 2000)**

Cette méthode permet de déterminer la quantité de la semoule extraite par un tamis, dont l'ouverture des mailles est choisie en fonction de la finesse de produit considéré.

Appareillage

- Appareil ROTACHOC.
- Balance analytique.
- Tamis en inox dont l'ouverture de mailles est 630µm, 600µm, 500 µm, 450 µm, 355 µm, 250 µm, 200 µm, 150 µm.

Mode opératoire

Tamissage d'un échantillon de 100g de semoule en appareil ROTACHOC, par un mouvement circulaire excentré dont l'amplitude est réglable, muni d'une succession des tamis mobiles dont les ouvertures des mailles sont décroissantes. Les refus obtenus sont pesés.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en pourcentage (%).

5-2-Test de couleur**Principe (Protocole interne de laboratoire El-Baraka)**

La détermination des différents indices de couleur (Indice de brun a* et Indice de jaune b*) est utilisée pour le contrôle de la semoule, le couscous et les pâtes alimentaires.

Appareillage

- Chroma-mètre (KONICA MINOLTA) CR-410.

Mode opératoire

- Allumer le colorimètre.
- Placer votre échantillon dans le compartiment nécessaire fourni avec l'appareil.
- Mettre la tête de mesure à la verticale au-dessus de l'échantillon.
- Appuyer sur la touche Mesure/entre(ou la touche de mesure sur la tête de mesure) dès que le voyant prêt est allumé et ne pas bouger la tête pendant la mesure.

Expression des résultats

- Lire directement le résultat sur l'écran LCD du colorimètre et enregistrer les valeurs de (Indice de brun a* et Indice de jaune b*).

5-3-Teneur en eau

Le principe, l'appareillage et le mode opératoire sont les même utilisées pour déterminer l'humidité de blé dur sauf que l'échantillon est prêt sans broyage.

5-4-Taux des cendres**Principe (NA 733 : 1991)**

Incineration d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante, à une température de 900 C + 25°C, jusqu'à combustion complète de la matière organique, et pesée du résidu obtenu.

Appareillage

- Broyeur.
- Nacelles à incinération.
- Four électrique, la température d'incinération est réglable à la température de $900^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$.
- Dessiccateur.
- Plaque unie thermorésistante (amiante).
- Balance analytique.

Mode opératoire

- Préparation des nacelles à incinération : Chauffer durant 10 min les nacelles dans le four réglé à $900^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, laissé refroidir à une température ambiante dans le dessiccateur.
- Peser les nacelles à incinération vides pour déterminer le poids initial.
- Dans la nacelle à incinération, peser à 10 mg près, 5 g de l'échantillon broyée pour essai.
- Répartir la matière en une couche d'épaisseur uniforme sans la tasser.
- Humecter la prise d'essai dans les nacelles immédiatement avant le pré incinération au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol.
- Placer les nacelles et leurs contenus à l'entrée du four ouvert préalablement chauffé à $900^{\circ}\text{C} + 25^{\circ}\text{C}$ jusqu'à ce que les matières s'enflamment.
- Aussitôt que la flamme est éteinte, placer avec précaution les nacelles dans le four et pour suivre l'incinération pendant 2 h.
- Retirer progressivement les nacelles du four, et laisser refroidir sur la plaque thermorésistante pendant une minute puis dans le dessiccateur pendant 45min (température ambiante).
- Peser les nacelles.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en (%) suivant la formule :

$$\text{Teneur en cendres (\%)} = m_1 \times (100/m_0) \times (100 / (100-H))$$

où :

m_1 : la masse de résidus (g).

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

H: la teneur en eau, exprimée en pourcentage de la masse de l'échantillon.

5-5-Teneur en gluten

Principe (ISO 21415-3 : 2006)

L'extraction du gluten est réalisée par malaxage mécanique et lavage d'un mélange de semoule avec une solution d'eau salée à l'aide d'un système Glutomatic, puis le pesé pour obtenir le gluten humide, et séchage de ce dernier pour obtenir le gluten sèche.

Appareillage

- Glutomatic.
- Centrifugeuse.
- Plaque chauffante Glutork.
- Tamis.
- Chlorure de Sodium (Na Cl à 2%).
- Balance Analytique.
- Couteaux.
- Pipette automatique.

Mode opératoire

Gluten humide

- Peser 10 g (deux échantillons) de la semoule et les déposée dans chaque chambre de lavage du Glutomatic équipée d'un tamis.
- Ajouter la solution saline (4.8ml de Na Cl à 2%) à l'aide d'une pipette automatique dans chaque chambre.
- Malaxage mécanique pendant 5 min suivi d'une lixiviation automatique grâce à un système glutomatic. La masse plastique issue à la fin représente le gluten humide qui est pesée et calculée comme suit :

$$\text{GH (\%)} = m \times 10 \quad \text{où}$$

GH : gluten humide (retenu) exprimé en pourcentage.

m : masse en gramme de gluten humide.

Gluten index

La détermination du gluten index se fait par la centrifugation (à 6000 Tr/min) de la masse de gluten humide mise dans une cassette à tamis spécialement conçue. La partie du gluten restant sur la filière (gluten résiduel) est ensuite retirée et peser avec la partie ayant traversé la filière

de façon à connaître le poids total de gluten. Ainsi l'indice de gluten ou le gluten index est la quantité de gluten résiduel par rapport au poids total du gluten humide en pourcent

$$\text{Gluten index (\%)} = (\text{Gr} / \text{GH}) \times 100 \quad \text{où}$$

Gr : gluten résiduel en gramme (g).

GH : gluten humide en gramme (g).

Gluten sec

La détermination du gluten sec se fait par séchage de la totalité du gluten humide pendant 4min dans une plaque chauffante Glutork à 150°C. Après séchage on pèse le gluten. Le gluten sec est exprimé en pourcentage comme suit :

$$\text{Gluten sec (\%)} = m \times 10 \quad \text{où :}$$

m : la masse en gramme du gluten sec

6-Détermination des critères de la qualité du couscous

Pour que l'étude et la comparaison entre les différentes caractéristiques qualitatives du couscous (issus de 100% blé importé, autre issu de 100 % blé local et un couscous issu de coupage (70 % blé importé et 30% blé local)) soient précises, nous choisissons un type unifié de couscous, qui est le couscous moyen.

6-1-Qualité physico-chimique

6-1-1-Granulométrie

Le principe, l'appareillage et le mode opératoire sont les mêmes utilisées pour déterminer la granulométrie de la semoule, sauf que l'ouverture de mailles des tamis en inox utilisés sont d'ordre décroissant : 1600 µm, 1320µm, 1250 µm, 1120 µm et 630 µm.

6-1-2-Test de couleur

Le principe, l'appareillage et le mode opératoire sont les mêmes utilisées pour déterminer la couleur de la semoule.

6-1-3-Teneur en eau

Le principe, l'appareillage et le mode opératoire sont les mêmes utilisées pour déterminer la teneur en eau de la semoule, sauf que l'échantillon de couscous est préalablement broyé.

6-1-4 Taux des cendres

Le principe, l'appareillage et le mode opératoire sont les mêmes utilisées pour déterminer la teneur en cendres de la semoule, sauf que l'échantillon est préalablement broyé.

6-2-Qualité culinaire

6-2-1-Indice de gonflement

Principe (Protocole interne de laboratoire)

L'indice de gonflement a pour objet d'apprécier la capacité du couscous à s'hydrater et à devenir volumineux, bien aéré et léger après traitement traditionnel à la vapeur.

Appareillage

- Éprouvette graduée de 250 ml précise à 2ml.
- Balance analytique.
- Minuterie précise à la seconde.
- Tige d'agitation en acier inoxydable.

Mode opératoire

- Peser 50g \pm 0,5g de couscous.
- Verser l'échantillon de couscous par gravité dans l'éprouvette graduée. Soit V_i la valeur de la masse volumique lue sur l'éprouvette.
- Remplir l'éprouvette avec 200ml \pm 1 ml d'eau de robinet.
- Remuer deux à trois fois à l'aide de la tige d'agitation et déclencher simultanément la minuterie.
- Après 30 min \pm 1 min, relever la masse volumique V_f à exprimer à 2 ml près.

Expression des résultats

L'indice de gonflement (IG) est exprimé selon la relation :

$$\boxed{IG = V_f / V_i} \quad \text{où}$$

V_f : masse volumique final du couscous lu sur l'éprouvette

V_i : masse volumique initial du couscous sec lu sur l'éprouvette

6-2-2-Temps de cuisson et poids après cuisson

Principe

La méthode la plus utilisée pour définir un temps optimum de cuisson pour le couscous est d'enregistrer le temps nécessaire pour l'apparition d'un flux de vapeur à la surface du lit de couscous pour la première et la deuxième cuisson.

Appareillage

- Plaque chauffante.
- Appareil de cuisson à la vapeur.
- Un plat.
- Huile.
- Eau.

Mode opératoire

- Mettre le couscous dans un plat et mélanger avec une petite quantité d'huile pour éviter le collant de couscous.
- Hydrater les grains de couscous par une quantité d'eau.
- Laisser reposer pour que les gains du couscous absorbent l'eau.
- Mettre le couscous dans le récipient supérieur (couscoussier) dont l'autre récipient est convenablement contenant de l'eau à l'ébullition, puis mettre le joint entre les deux récipients pour éviter la fuite de la vapeur d'eau.
- Cuire jusqu'à l'apparition de la vapeur sur la surface du couscous.
- Retirer, émousser et hydrater le couscous dans le plat.
- Répéter la cuisson du couscous à la vapeur d'eau.
- La fin de la dernière cuisson est déterminée par :
 - Apparition de flux de vapeur à la surface.
 - Changement de couleur.
 - Disparition des granules d'amidon non gélatinisées.

6-3-Evaluation par analyse sensorielle

Les paramètres organoleptiques évalués sont l'aspect (couleur), le goût, l'odeur, les granules et la texture (collant et individualisation).

La dégustation a été réalisée par un groupe de 20 personnes de différents sexes et âges (de 22 ans jusqu'à 50 ans).

L'évaluation sensorielle est réalisée par l'utilisation des mentions suivants : claire, très foncé, foncé, Aucune, désagréable, Agréable, bon, très bon, Mauvais, Fine, moyenne, grosse.

Le formulaire de réponse a été expliqué à tous les membres de jury. Les essais de dégustation ont été réalisés dans un endroit bien éclairé dont la température est constante et le produit a été servi dans des assiettes.

Laboratoire de Contrôle de Qualité El-Baraka

Fiche Sensorielle Et De Dégustation

Date De La Dégustation : / /2024

Nom Du Produit : Couscous a base de blé dur (local / importé / coupage 70%+ 30%)

Âge :

Sexe :

Couscous à base de blé dur local

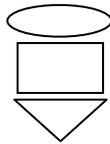
Couscous à base de blé dur importé

Couscous à base de coupage 70% + 30%



1. Couleur

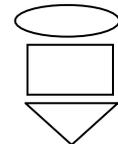
Clair



foncé



très foncé



2. Odeur

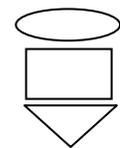
Agréable



Désagréable



Aucun



3. Gout

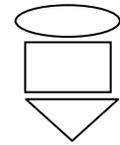
Mauvais



Bon

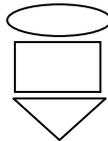


Très bon



4. Granule

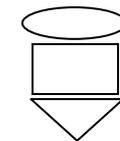
Fine



Moyenne

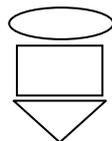


Grosses

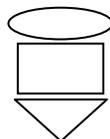


5. Aspect

*Individualisation : Présence de mottes et grumeaux (+) / Moyenne (+ +) / Bonne (+ + +)



*Collant : (Oui) / (Non)



Chapitre III :

Résultats et

discussion

1- Caractéristiques physicochimiques de blé dur

Tous les résultats des analyses physicochimiques de blé dur local et importé sont exprimés en moyenne \pm écart type (nombre de répétition n = 3) Tableau (03).

Tableau 03 : Caractéristiques physicochimiques de blé dur local et importé.

Caractéristiques	Blé dur local				Blé dur importé			
	E1	E2	E3	M+E	E1	E2	E3	M+E
1-Agréage (%)								
-Grains sains	92.87	92.39	92.67	92.64 \pm 0.24	95.82	96.15	95.65	95.87\pm0.25
-Impureté total	7.13	7.61	7.33	7.36 \pm 0.24	4.18	3.85	4.35	4.13\pm0.25
*grains cassés	3.09	3.31	2.93	3.11 \pm 0.19	1.86	1.71	1.96	1.84 \pm 0.13
*grain échaudé	2.23	2.09	2.61	2.31 \pm 0.27	1.68	1.52	1.6	1.6 \pm 0.08
*gros impureté	0.26	0.54	0.3	0.37 \pm 0.15	0	0.03	0.08	0.04 \pm 0.04
*petit impureté	1.55	1.67	1.49	1.57 \pm 0.09	0.64	0.59	0.71	0.65 \pm 0.06
-Moucheture	1.01	1.91	1.82	1.58 \pm 0.5	0.37	0.35	0.43	0.38 \pm 0.04
-Métadinage	15.16	15.01	14.58	14.92 \pm 0.3	4.69	3.13	4.74	4.19 \pm 0.92
2-Poids de mille grains (PMG) (g)	34.88	34.99	34.6	34.82 \pm 0.2	41.65	40.79	40.97	41.14 \pm 0.45
3-Poids spécifique (PS) (Kg/hl)	78.41	78.63	78.68	78.57 \pm 0.14	80.81	81.29	81.2	81.1 \pm 0.26
4-Humidité(%)	10.19	10.56	10.84	10.53 \pm 0.33	12.38	12.49	12.66	12.51 \pm 0.14

* M+E : moyenne \pm écart type.

* E : Essai.

*Impuretés totales = grains cassés + grains échaudés + grosses impuretés + petites impuretés.

* Grains sains = Blé sale - Impuretés totales.

1-1-Agréage

1-1-1- Impuretés totales

La présence des impuretés influe directement le rendement semoulier des blés en endommageant les bilans quantitatifs de la mouture (débris métalliques, pierres...), ainsi que l'aspect des produits finis (semoules, couscous...). Certaines impuretés sont toxiques pour le consommateur (nielles, ergots).

D'après le tableau (03), le blé dur local enregistre un taux d'impuretés égal à $(7.36 \% \pm 0.24)$, alors que le blé importé enregistre une valeur inférieure $(4.13 \% \pm 0.25)$. Ce résultat est conforme aux normes (ISO 5223), qui exigent des valeurs d'impuretés inférieures à 10 %.

Le taux d'impureté obtenu pour le blé local est supérieur aux résultats déclarés par **(Ghali et larbi, 2022)** (5.01%), inférieur à celui obtenu par **(Mokhtari, 2013)** (9.32 %), d'autre part les valeurs d'impuretés de blé importé sont proches à celles obtenues par **(Mokhtari, 2013)** (3.48 %), inférieures au résultat de **(Ghezali, 2014)** (20.47%).

Cette variation est due à la provenance géographique de blé et au taux de propreté des grains au niveau des trémies des moissonneuses batteuses. Il est également à noter que d'après certaines études, il existe une corrélation opposée entre le taux d'impuretés (impuretés de faible densité) et le poids spécifique.

1-1-2- Taux de moucheture

Selon Mahaut (1996), la moucheture entraîne, dans une large mesure, la diminution de la qualité commerciale du blé. La présence de piqures brunes dans le produit fini nuit à sa commerciabilité (semoules, pâtes et couscous).

Les résultats obtenus montrent que le taux de moucheture de blé local $(1.58 \% \pm 0.5)$ est supérieur à celui enregistré par son homologue importé $(0.38 \% \pm 0.04)$. Ces résultats sont conformes aux normes Algérienne (NA 1183) qui exigent de valeurs inférieures à 2%.

Le taux de moucheture de blé dur local obtenu est supérieur à celui enregistré par **(Tazerout, 2013)** (0.4%), inférieur à ceux obtenus par **(Tebri et Zeggane, 2016)** $(5.41 \% \pm 0.3)$, d'autre part le taux de moucheture de blé importé est proche à ceux obtenus par **(Allel et al 2021)** $(0.4 \% \pm 0.26)$, supérieur à celui déclaré par **(Mokhtari, 2013)** (0.12 %).

La variation du taux de moucheture est due principalement au stockage de blé dans des endroits humides (risque d'attaques des champignons) et à l'origine variétale (origine géographique).

1-1-3- Taux de mitadinage

Le taux de mitadinage est un critère d'appréciation déterminant dans le rendement en semoule et dans la qualité des produits dérivés. Les piqûres blanches issues des blés mitadinés déprécient la couleur des pâtes alimentaires et de couscous.

Selon Samson et *al* (2004), le mitadinage est un caractère qui a une relation directe avec la vitrosité du grain et donc avec sa qualité et sa capacité à faire de la bonne semoule car le blé mitadiné est un blé à faible teneur en protéine.

D'après les résultats du tableau (03), le blé dur local enregistre un taux de mitadinage égal à $(14.92 \% \pm 0.3)$ et supérieur à la valeur enregistrée par le blé importé $(4.19 \% \pm 0.92)$, ces deux résultats sont conformes aux normes Algérienne (NA 1183) qui adoptent des valeurs inférieures aux 20 %.

Les résultats du taux de mitadinage de blé dur local sont proches de celui obtenu par **(Bel et Lakherba, 2005)** (15.48 %), supérieurs à ceux obtenus par **(Tebri et Zeggane, 2016)** $(4.46 \% \pm 0.28)$, inférieurs à celui déclaré par **(Benziane, 2012)** (40.55 %) et **(Allel et al 2021)** (20.33 ± 0.58) , d'autre part les résultats de blé d'importation sont inférieurs à celui obtenu par **(Slimane, 2007)** (7.21 %) et **(Khadhraoui, 2023)** (7.31 %). La variation des résultats de mitadinage est due en particulier, à l'excès d'eau dans le sol ou à sa pauvreté en azote (nature de sol), la nutrition azotée tardive (pré-et post-floraison) et à la composition protéique des grains (héréditaire).

1-2- Poids de mille grains (PMG)

Le poids de mille grains est une caractéristique qui permet d'évaluer le remplissage du grain. C'est un facteur déterminant du rendement en semoule.

Selon Dexter et Matsuo (1977), le poids de mille grains (PMG) est un critère variétal. Il peut subir des fluctuations liées en particulier à l'échaudage, qui résulte d'une maturation hâtée et fournit un grain ridé, riche en son. La présence de grain échaudé a une incidence sur le rendement en mouture.

Comme mentionné sur le tableau (03), le blé dur local enregistre des valeurs minimales des poids de mille grains $(34.82 \text{ g} \pm 0.2)$, d'autre part, nous constatons que le blé dur importé

enregistre des valeurs plus élevées ($41.14 \text{ g} \pm 0.45$), tous ces résultats sont conformes aux normes algériennes (JORA 2007), qui exigent des valeurs $\leq 45 \text{ g}$.

Les résultats obtenus pour poids de mille grains de blé dur local sont supérieurs à celui obtenu par **(Bellagoun et medini, 2015)** (33.51 g), inférieurs à ceux obtenus par **(Sayoud et al., 2021)** ($38.5 \text{ g} \pm 1.3$), en revanche, concernant les résultats de blé importé, les valeurs sont supérieurs à celui déclaré par **(Khadhraoui, 2023)** (40.45 g), inférieurs par rapport le résultat de **(Mokhtari, 2013)** (43.61 g).

La variation des résultats de poids de 1000 grains est liée aux conditions de nutrition minérale, plus particulièrement phospho-potassique et manque d'eau après la floraison combinée aux températures élevées (conditions climatiques).

1-3-Poids spécifique (PS)

La connaissance du poids spécifique d'un blé est très importante dans les contrats commerciaux et dans les spécifications réglementaires. Plus le poids spécifique est grand plus le rendement de semoule est élevé.

Le poids spécifique et le poids de mille grains sont corrélés positivement entre eux et au taux d'extraction de la semoule. Ils sont considérés comme un indicateur de la valeur meunière, en relation avec le rapport enveloppe sur amande. Par exemple, plus le poids spécifique est élevé, plus le rapport enveloppes sur amande est faible et le rendement meunier important.

D'après les résultats présentés dans le tableau (03), nous remarquons que le poids spécifique (PS) de blé dur local ($78.57 \text{ Kg/hl} \pm 0.14$) à moins élevé que son homologue du blé importé ($81.1 \text{ Kg/hl} \pm 0.26$). Les deux blés sont conformes aux normes Algériennes (NA 19111), qui exigent des valeurs de poids spécifique supérieurs ou égales à 78 kg/hl .

Pour le blé dur local, les résultats de poids spécifique sont proches de celui obtenu par **(Boulala et Rouabeh, 2018)** (79.08 Kg/hl), inférieurs à celui obtenu par **(Zekkari, 2013)** (86.8 Kg/hl), d'autre part les résultats de poids spécifique (PS) de blé importé sont supérieurs à celui obtenus par **(Filali et al, 2021)** pour blé dur d'Espagne (71.8 Kg/hl), inférieurs par rapport aux résultats de **(Souadkia, 2014)** ($83.2 \text{ Kg/hl} \pm 0.2$).

La variation des résultats de poids spécifique (PS) est due probablement à la présence d'impuretés de gros volume mais de faible densité (pailles, balles) qui provoque une diminution du (PS). A l'inverse, la présence d'impuretés denses et de petit volume (cailloux) provoque son augmentation.

1-4-Humidité

Connaitre la teneur en eau du blé est une exigence très importante, car permet aux meuniers de savoir la quantité d'eau à rajouter avant la mouture pour une meilleure séparation des couches du grain et éviter la présence de son dans la semoule et les produits de deuxième transformation (couscous, pâtes...).

D'après les résultats du tableau (03), nous pouvons dire que la teneur en eau de blé dur local ($10.53 \% \pm 0.33$) est inférieure par rapport son homologue d'importation ($12.51\% \pm 0.14$), et l'humidité de deux blés est conforme à la norme Algérienne (JORA 2007), qui exige des valeurs d'humidité inférieures à 14%.

Nos résultats d'humidité de blé local sont proches à celui obtenu par (**Khadhraoui, 2023**) (10.3%), supérieurs au résultat de (**Chelabi et Meghdour, 2013**) (9.74 %), inférieurs à celui déclaré par (**Melloul et Lahnichat, 2022**) (11.18%), d'autre part les résultats de la teneur en eau de blé importé sont proches à ceux obtenus par (**Souadkia, 2014**) ($12.5 \% \pm 0.01$), supérieurs au résultat de (**Ghezali, 2014**) (11.93 %).

La variation de la teneur en eau est due probablement aux conditions climatiques (chaud ou froid), conditions de transport maritime et stockage dans le port (pour blé importé), ou bien à la variété elle-même.

2- Caractéristiques physico-chimiques et technologique de la semoule

Les résultats des analyses physicochimiques de la semoule sont exprimés en (moyenne \pm écart type) (nombre de répétition $n = 5$).

2-1- Granulométrie

L'étude de la granulométrie des semoules présente une importance capitale dans la production de couscous industriel, car ses résultats permettent de mieux connaître la matière première et influencer sur le réglage des machines afin de présenter un couscous d'aspect homogène et acceptable qui le caractérise.

Les résultats obtenus sont rapportés dans la figure (04)

RT * : Refus tamis.

PT* : Passant tamis.

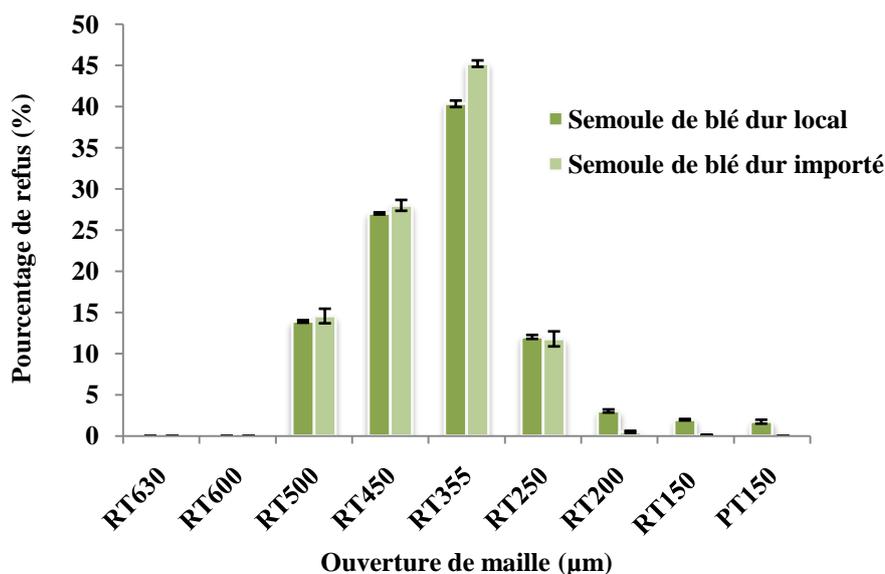


Figure 04 : Granulométrie des semoules de blé dur local et importé.

D'après la figure (04), Les deux semoules étudiées ont une granulométrie homogène, la dimension des particules varie entre 500µm et 250µm.

Le couscous fabriqué à partir de semoule fine a un aspect meilleur. Les grains de couscous obtenus se caractérisent par un aspect lisse et grains ronds, l'absorption d'eau est plus rapide, le couscous obtenu au roulage est plus fin, le volume spécifique après cuisson et séchage est plus élevé.

Concernant la propriété d'agglomération, les tamis d'ouvertures (RT500 µm, RT450µm, RT355µm, RT250µm) sont les passages de semoule fine et les plus riches en gluten, ce qui confère à la semoule la propriété d'absorption et agglomération idéale.

Les tamis (RT200 µm, RT150 µm, PT150 µm), sont des semoules de 3SF (farineuses), il souffre du fait qu'il contient beaucoup moins de gluten (moins absorption d'eau, moins capacité d'agglomération au roulage), c'est en grande proportion lors de la mouture du blé qui contient un pourcentage plus élevé de métadinage.

Sur la base de l'explication des caractéristiques technologiques précédentes (absorption et agglomération), et en se référant la figure (04), le contenu en particules des tamis (RT500 µm, RT450µm, RT355µm, RT250µm) de la semoule de blé local égal à (93.28 %), et inférieur de son homologue issue de blé importé qui enregistre une valeur de (99.56 %). Le contenu en particules des tamis (RT200µm, RT150µm, PT150µm) de la semoule de blé local égal à (6.7 %), et supérieur de son homologue issue de blé importé qui enregistre une valeur de (0.58 %). Donc en conclusion, et en termes de capacité d'absorption et agglomération, en

peut dire que la semoule de blé dur importé est le meilleur choix et de qualité que la semoule issue de blé local.

2-2- Test de couleur

La coloration de la semoule est un critère très important pour la transformation au couscous, l'intérêt de la mesure de cet indice est essentiellement commercial, les producteurs recherchent souvent les semoules de couleur dorée. Les semoules ont des indices de jaunes élevés, traduira par la production de couscous avec des colorations qui varieront du jaune pâle au jaune ambré.

L'indice de jaune (b^*) est dû à la présence dans le blé des pigments caroténoïdes, l'indice de brun (a^*) lié à la pureté et au taux des cendres de la semoule.

Les résultats d'analyse sont illustrés par la figure (05)

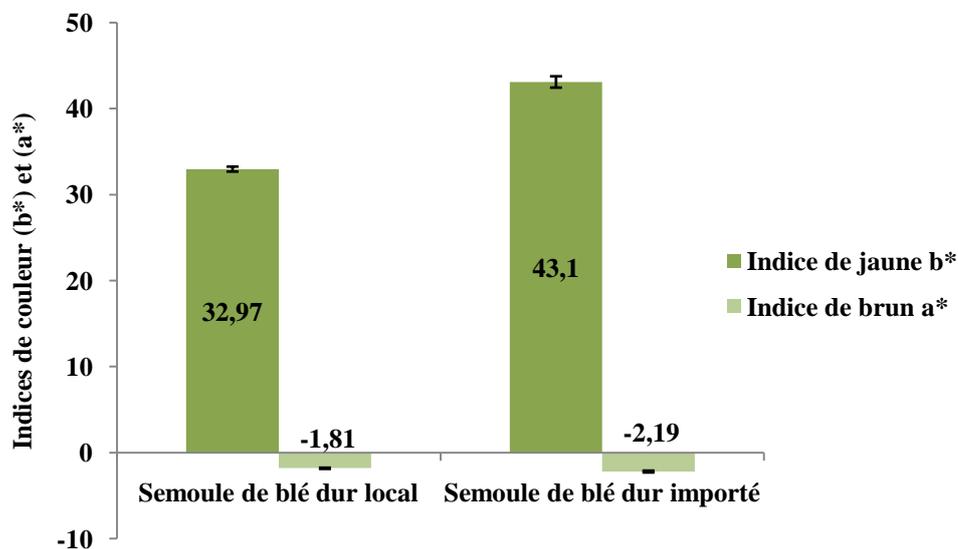


Figure 05 : Variations des indices de couleur (b^*) et (a^*) des semoules de blé dur local et importé.

Les échantillons de la semoule de blé dur local enregistrent des valeurs de (b^*) oscillent entre 32.59 et 33.37 avec une moyenne de (32.97 ± 0.29) et inférieurs à ceux enregistrent pour la semoule de blé dur importé, cette dernière a des valeurs oscillent entre 42.02 et 43.77, avec une moyenne de (43.1 ± 0.66). Les deux semoules sont accords avec l'intervalle d'acceptabilité adopté par laboratoire El-Baraka.

Les résultats d'indice de jaune (b^*) de la semoule à base de blé dur local obtenus sont proches à ceux obtenus par (Souadkia, 2014) (31.4 ± 0.1), supérieurs à ceux obtenus par

(Sayoud *et al*, 2021) (28.83 ± 0.55). L'indice de jaune (b^*) de la semoule de blé dur importé obtenu est supérieur à ceux obtenus par (Khadhraoui, 2023) (38.02 ± 0.61).

La variation des résultats de couleur jaune des semoules dépend à la présence de la lutéine de caroténoïdes principalement les xanthophylles dans le blé.

L'indice de brun (a^*) des semoules issues de blé dur local enregistre des valeurs comprises entre (-1.72) à (-1.91) avec moyenne de (-1.81 ± 0.07) et supérieurs par rapport le brun (a^*) de son homologue issue de blé d'importation, ce dernier a des valeurs comprises entre (-2.06) et (-2.33) avec une moyenne de (-2.19 ± 0.11), les deux semoules sont accords avec l'intervalle d'acceptabilité adopté par laboratoire El-Baraka.

Les résultats d'indice de brun (a^*) de la semoule de blé dur local obtenus sont proches à ceux obtenus par (Sayoud *et al*, 2021) (-1.9 ± 0.22), inférieurs à ceux déclarés par (Souadkia, 2014) (-2.5 ± 0.1), d'autre part le brun (a^*) de la semoule de blé dur importé obtenu est proche à ceux obtenus par (Khadhraoui, 2023) (-2.23 ± 0.2).

La variation des résultats de brun (a^*) est due principalement à la pureté des semoules et présence ou absence des impuretés dans le blé (en cas de mauvaise nettoyage).

Le taux d'extraction des semoules à une corrélation directe avec l'indice de brun, plus le taux d'extraction est élevé plus le brun (a^*) est élevé ceci est dû au fait que les couches périphériques contiennent un taux élevé des cendres, donc on peut dire aussi que l'indice de brun est en corrélation direct avec le taux des cendres.

2-3- Teneur en eau

En ce qui concerne la biosécurité, le contrôle de l'humidité permet de minimiser le risque d'altération lors du stockage des semoules, plus la teneur en eau est faible plus la qualité des semoules est meilleure. Lors de la fabrication du couscous, la teneur en eau de la semoule en tant que matière première joue un rôle essentiel, ainsi que la taille des particules de semoule, pour déterminer la quantité d'eau ajoutée lors de pétrissage.

Les résultats de taux d'humidité d'échantillons de semoules obtenus sont regroupés dans la figure (06)

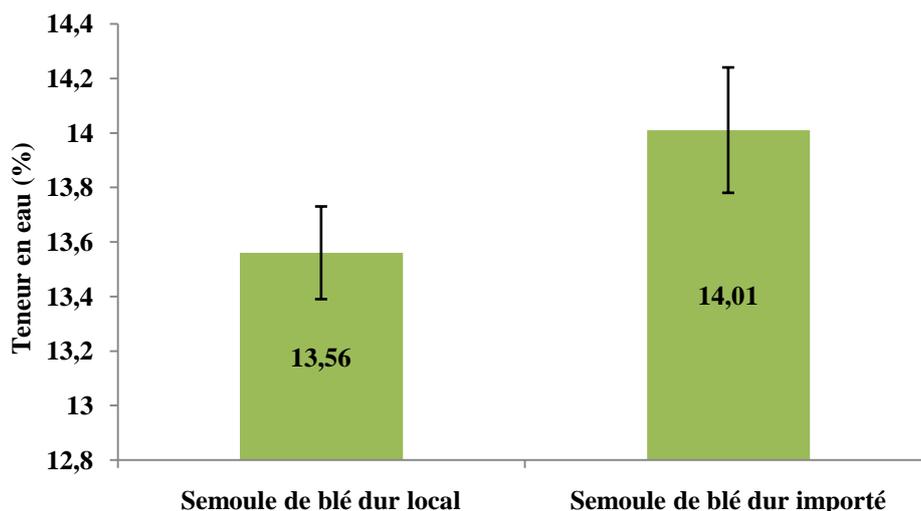


Figure 06 : Variations des teneurs en eau (%) des semoules de blé dur local et importé.

D'après la figure (06), les échantillons de la semoule à base de blé dur local enregistrent des teneurs en eau comprises entre 13.38 % et 13.78%, avec une moyenne de (13.56 % \pm 0.17), et inférieurs de son homologue à base de blé importé qui enregistre des teneurs en eau comprises entre 13.7% et 14.29% avec une moyenne de (14.01 % \pm 0.23). Les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (JORA 2007), qui exigent une humidité inférieure à 14.5%.

Les résultats des teneurs en eau de la semoule à base de blé dur local obtenus sont proches à ceux obtenus par (**Khadhraoui, 2023**) (13.47 % \pm 0.45), inférieurs à ceux obtenus par (**Allel et al, 2021**) (14.18 % \pm 0.015), d'autre part les résultats de la semoule à base de blé dur importé obtenus sont proches à celui obtenus par (**Mouloud, 2013**) (14.1 %), inférieurs aux résultats de (**Menasria et Seraiche, 2022**) (14.41 % \pm 0.09).

Les variations d'humidité dépendent à la fois de la saison et de sa température, la quantité d'eau ajoutée au blé avant mouture (mouillage), et la granulométrie de la semoule (la semoule granuleux à des teneurs en eau élevés).

2-4-Taux des cendres

Selon Feuillet (2000), La mesure de la teneur en cendre a un intérêt essentiellement réglementaire. Elle permet de classer les semoules selon leur degré de pureté. Elle est utilisée par les meuniers pour déterminer le taux d'extraction.

Dans le domaine de la fabrication du couscous, la teneur en minéraux de la semoule est un facteur important déterminant la teneur en minéraux de couscous, ainsi que l'effet sur l'indice de brun (a*) de ce dernier.

Les résultats des teneurs en cendres sont illustrés par la figure (07)

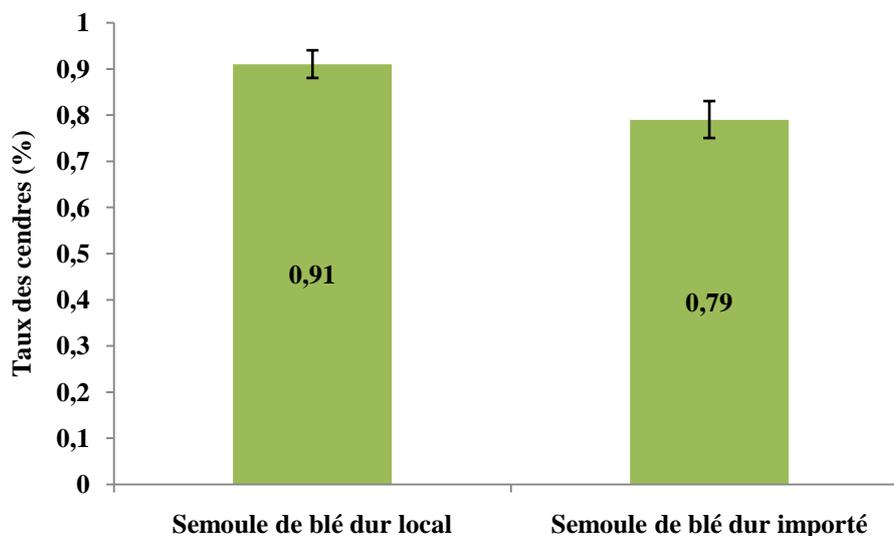


Figure 07: Variations des taux des cendres (%) des semoules de blé dur local et importé.

D'après la figure (07), nos échantillons de la semoule à base de blé dur local enregistrent des teneurs en cendres oscillent entre 0.88 % à 0.95 %, avec une moyenne de (0.91 % \pm 0.03), et supérieur par rapport à la semoule à base de blé importé qui enregistre des teneurs en cendres oscillent entre 0.75 % à 0.84% avec une moyenne de (0.79 % \pm 0.04), les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (NA 733), qui exigent des valeurs inférieures à 1.1%.

Les résultats de taux des cendres de la semoule à base de blé dur local obtenus sont supérieurs à ceux obtenus par (Maoucha, 2021) (0.83 % \pm 0.05), inférieurs à ceux obtenus par (Khadhraoui, 2023) (0.94 % \pm 0.02), d'autre part, les cendres de la semoule à base de blé dur importé obtenus sont supérieures à ceux déclarés par (Souadkia, 2014) (0.62 % \pm 0.05), inférieurs aux résultats de (Chelabi et Meghdour, 2013)(0.86 % \pm 0.00).

Les variations enregistrées dans les résultats du taux des cendres sont dues probablement à la variété de blé destiné à la mouture (local ou importé), nature de sol, ainsi qu'au taux d'extraction de la semoule. Des études antérieures ont prouvé qu'il existe une corrélation directe entre le taux des cendres et l'indice de brun (a*) des semoules.

2-5- Teneur en gluten

Les caractéristiques rhéologiques du gluten conditionnent en général pour une large part la qualité technologique des semoules et des blés, ainsi que leur utilisation industrielle. Pour la fabrication de couscous, le gluten est le principal composant responsable de l'efficacité de

l'absorption de l'eau lors de pétrissage, ainsi que de processus d'adhésion des grains de semoule lors d'agglomération au cours de roulage, et aussi la qualité culinaire.

Les résultats obtenus sont rapportés dans la figure (08)

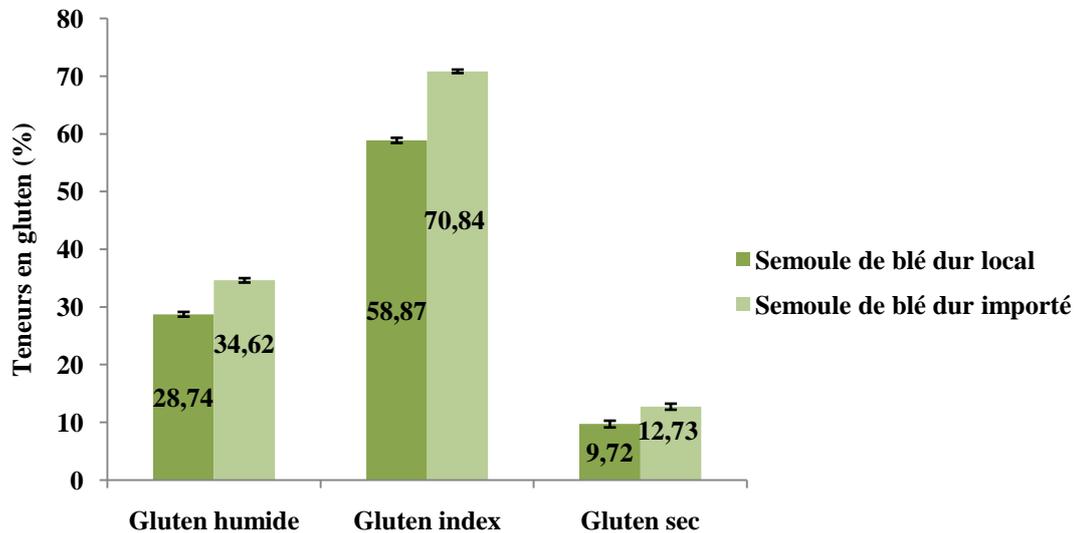


Figure 08: Variations de teneurs en gluten (%) des semoules de blé dur local et importé.

Gluten humide

Le gluten humide est un indicateur de la quantité de gluten, il exprime la richesse des semoules en gluten.

Nos échantillons de semoule à base de blé dur local enregistrent des teneurs en gluten humide variant de 28.13 % à 29.15 %, avec une moyenne de (28.74 % \pm 0.41), et inférieurs par rapport aux semoules à base de blé importé, ces dernières enregistrent des teneurs en gluten humide variant de 34.19 % à 35.07 % avec une moyenne de (34.62 % \pm 0.38), les deux semoules sont conformes aux normes (ISO 5531), qui adoptent des valeurs inférieurs à 100%. Les résultats des semoules à base de blé dur local obtenus sont inférieurs à ceux obtenus par (Mokhtari, 2013) (34.86 % \pm 0.06), d'autre part les résultats de la semoule à base de blé dur importé sont inférieurs à ceux obtenus par (Sayoud et al, 2021) (36.54 % \pm 0.04).

Gluten index

Le gluten index est un indicateur de la qualité de gluten, il exprime la capacité d'absorption d'eau par les semoules.

La semoule à base de blé dur local enregistre des teneurs en gluten index oscillent entre 58.23 % et 59.33 %, avec une moyenne de (58.87% \pm 0.45), et inférieurs par rapport à son

homologue à base de blé importé qui enregistre des teneurs en gluten index oscillent entre 70.38 % à 71.01% avec une moyenne de (70.84 % \pm 0.3). Les deux semoules sont conformes aux normes (ISO 5531), qui exigent de valeurs supérieures à 50 %.

Les résultats des semoules de blé dur local obtenus sont inférieurs à ceux obtenus par (Mokhtari, 2013) (65.28 % \pm 0.01). Les résultats de la semoule à base de blé dur importé sont inférieurs à ceux déclarés par (Sayoud et al, 2021) (90.76 % \pm 0.34).

Gluten sec

Le gluten sec est un indicateur de la quantité et la qualité de gluten, il exprime la richesse en gluten et la capacité d'absorption d'eau par les semoules.

La semoule à base de blé dur local enregistre des teneurs en gluten sec varient de 9.08 % à 10.38 %, avec une moyenne de (9.72 % \pm 0.58), et inférieurs par rapport à ceux obtenus pour la semoule à base de blé importé qui enregistre des teneurs en gluten sec varient de 12.22 % à 13.41% avec une moyenne de (12.73 % \pm 0.52), la semoule à base de blé dur importé est conforme aux normes (ISO 5531) qui adoptent des valeurs supérieur à 11 %, tandis que le gluten sec de la semoule à base de blé dur local est inférieur à la norme.

Les résultats des semoules à base de blé dur local obtenus sont inférieurs à ceux déclarés par (Mokhtari, 2013) (12.22 % \pm 0.03). Les résultats de la semoule à base de blé dur importé sont proches à ceux déclarés par (Sayoud et al, 2021) (12.05 % \pm 0.06).

La variation des résultats de la teneur en gluten des semoules est due principalement à l'origine géographique de la variété de blé destinée à la mouture (local ou importé) et sa teneur en protéine.

3- Caractéristiques physico-chimiques et culinaire du Couscous

Les résultats des Analyses physicochimiques et culinaire de couscous sont exprimés en (moyen \pm écart type) avec (nombre de répétition n = 5). L'analyse de la variance ANOVA est effectuée en utilisant le programme Microsoft Office Excel 2007, avec un seuil de signification (0.05).

3-1- Caractéristiques physico-chimiques

3-1-1- Granulométrie

La taille des particules est un critère déterminant de l'homogénéité des grains de couscous après séchage, ce critère est en fonction des conditions de l'opération du roulage. La

granulométrie a un effet évident sur sa qualité culinaire notamment le gain du poids (absorption) et le temps de cuisson.

Les résultats sont illustrés par la figure (09)

RT * : Refus tamis

PT* : Passant tamis

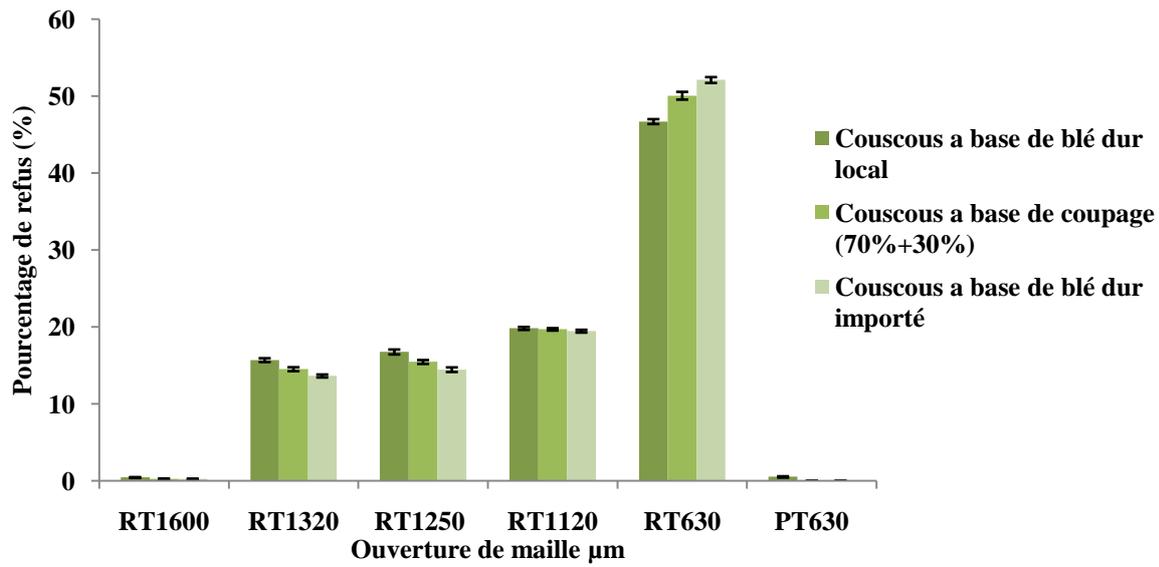


Figure 09 : Granulométrie de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

Quand on parle de la taille des grains de couscous et sa relation avec l'indice de gonflement, la teneur en tamis RT630 ainsi que la teneur en gluten, est ce qui détermine la valeur de ce critère (gonflement) (une relation directe), car a cette taille, l'absorption d'eau est complète et idéale dans des conditions expérimentales.

En mêmes conditions, la présence des farines au PT630, est un indicateur de la difficulté d'agglomération de couscous, car la teneur en gluten est ici très faible et empêche l'agglomération de couscous. Il convient de noter ici que la source des farines est le blé mitadiné.

Basé sur les explications précédentes et en revenant à la figure 09 :

-Les trois produits de couscous (à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé) présents une granulométrie homogène.

-Le contenu en particules de tamis (RT630µm), de couscous à base de blé local égal à (46.7 % ± 0.32), et inférieur de son homologue issu de blé importé qui enregistre une valeur de (52.1 % ± 0.38). Le contenu en particules de tamis (RT630µm) de couscous issu de

coupage (70% + 30%) égale à $(50.06 \% \pm 0.5)$ et proche a ceux enregistre pour le couscous à base de blé importé, supérieur à ceux obtenu pour couscous à base de blé local.

-Le contenu en farines de (PT630 μm) de couscous à base de blé importé et couscous issu de coupage (70% + 30%) égale à zéro. D'autre part le couscous à base de blé local enregistre la valeur $(0.52 \% \pm 0.08)$.

3-1-2- Test de couleur

La couleur recherchée par le consommateur est la couleur jaune. L'indice de jaune (b^*) peut déterminer la quantité de pigments présents et l'indice de brun (a^*) détermine la pureté du couscous à analyser. Les résultats obtenus sont rapportés dans la figure (10).

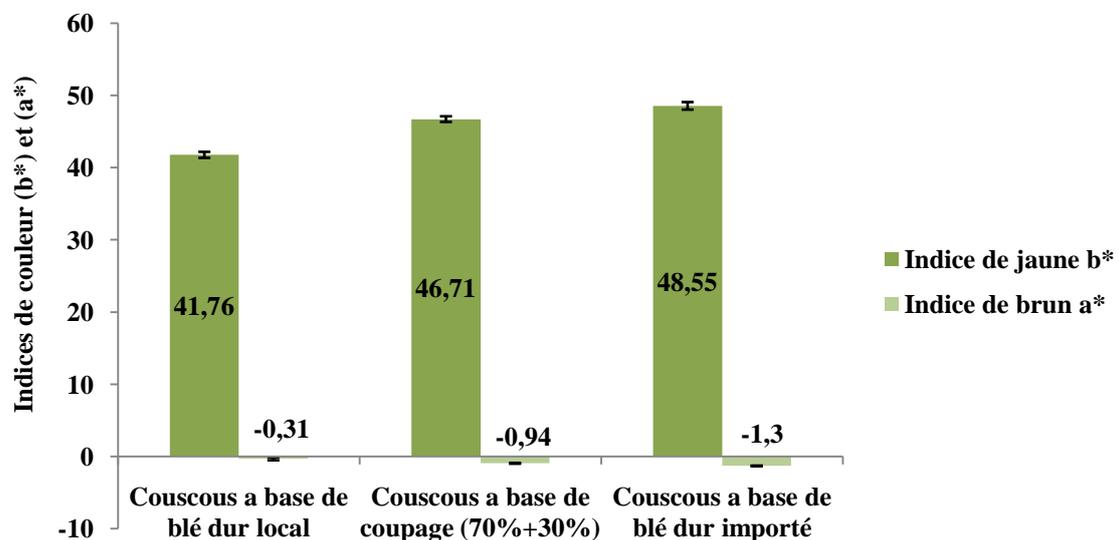


Figure 10 : Variations des indices de couleur (b^*) et (a^*) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

Les échantillons de couscous à base de blé dur local enregistrent des valeurs de (b^*) variant de 41.14 à 42.17 avec une moyenne de (41.76 ± 0.42) et inférieurs à ceux enregistrent pour le couscous à base de blé dur importé, ce dernier a des valeurs variant de 47.71 à 49.09, avec une moyenne de (48.55 ± 0.52) .

Le couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistre des valeurs oscillent entre 46.31 et 47.19 avec une moyenne de (46.71 ± 0.39) , ce résultat est proche à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur importé et supérieur à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur local.

Les trois produits sont accords avec l'intervalle d'acceptabilité adopté par laboratoire EL-Baraka.

Les résultats de couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistrés sont supérieurs à ceux obtenus par (Louafi et Khedim, 2016) (42.78 ± 0.73) et (Seghairia et Sehili, 2015) (44.69 ± 0.46) pour un couscous à base de blé local.

Tableau 04 : Analyse de la variance ANOVA d'indice de jaune (b*) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	123,398613	2	61,6993067	305,67919	5,0893E-11	3,88529383
Intra groupes	2,42212	12	0,20184333			
Total	125,820733	14				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence significative ($P = 0.05$) entre les trois produits de couscous.

La variation des résultats de l'indice de jaune (b*) est due principalement à l'indice de jaune (b*) de la semoule utilisée et à la procédure de séchage de couscous (effet de température).

-Concernant l'indice de brun (a*) :

Nos échantillons de couscous à base de blé dur local enregistrent des valeurs de (a*) comprises entre (-0.11) et (-0.56) avec une moyenne de (-0.31 ± 0.21) et supérieur à ceux enregistrés par son homologue issu de blé dur importé, ce dernier a des valeurs varient de (-1.26) à (-1.35), avec une moyenne de (-1.3 ± 0.04).

Le couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistre des valeurs oscillent entre (-0.89) et (-1.02) avec une moyenne de (-0.94 ± 0.06), ce résultat est proche à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur importé et inférieur à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur local.

Les trois produits sont accords avec l'intervalle d'acceptabilité adopté par laboratoire EL-Baraka.

Les résultats de couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistrés sont proches à ceux obtenus par (Louafi et Khedim, 2016) (-0.98 ± 0.23), supérieur à ceux déclarés par (Seghairia et Sehili, 2015) (-1.39 ± 0.18) pour un couscous à base de blé local.

Tableau 05 : Analyse de la variance ANOVA d'indice de brun (a^*) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	2,54352	2	1,27176	81,0554493	1,0718E-07	3,88529383
Intra groupes	0,18828	12	0,01569			
Total	2,7318	14				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence hautement significative ($P < 0.05$) entre les trois produits de couscous.

La variation des résultats de l'indice de brun (a^*) est due principalement à l'indice de brun (a^*) et la pureté de la semoule utilisée. La présence des farines de blé mitadiné dans les semoules susceptibles d'augmenter l'indice de brun (a^*) au cours de séchage de couscous.

3-1-3- Teneur en eau

La détermination de la teneur en eau du couscous (après séchage) est très importante pour le stockage et la conservation du produit fini, plus l'humidité est faible, plus la conservation est meilleure. Les résultats de la teneur en eau sont illustrés par la figure (11).

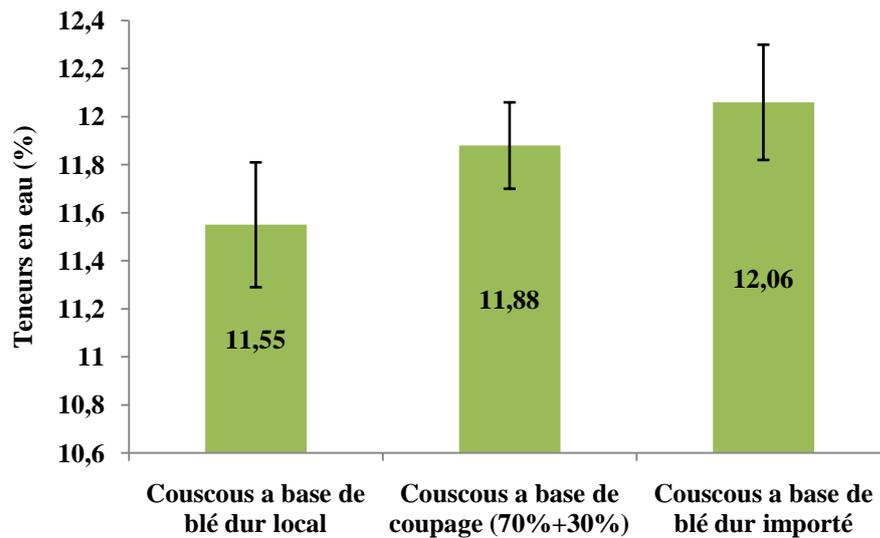


Figure 11 : Variations des teneurs en eau (%) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

Les échantillons de couscous à base de blé dur local enregistrent des teneurs en eau oscillent entre 11.22 % et 11.91% avec une moyenne de $(11.55\% \pm 0.26)$ et inférieurs à ceux enregistrés pour le couscous à base de blé dur importé, ce dernier a des valeurs d'humidité varient de 11.76 % à 12.39 %, avec une moyenne de $(12.06\% \pm 0.24)$.

Le couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistre des valeurs d'humidité varient de 11.69 % à 12.1 % avec une moyenne de $(11.88\% \pm 0.18)$, ce résultat est proche à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur importé et supérieur à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur local.

Les trois produits sont conformes aux normes Algériennes (NA 6396), qui exigent des valeurs situées dans l'intervalle de (11.5 % à 12.5%).

Les résultats d'humidité de couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistrés sont inférieurs à ceux obtenus par (Chelabi et Meghdour, 2013) $(12.47\% \pm 0.09)$ pour couscous de blé dur local et inférieurs aussi aux résultats de (Mokhtari, 2013) $(12.3\% \pm 0.09)$ pour couscous de blé dur importé.

Tableau 06 : Analyse de la variance ANOVA de teneur en eau (%) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,68956	2	0,34478	6,65769825	0,01134434	3,88529383
Intra groupe	0,62144	12	0,05178667			
Total	1,311	14				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence significative ($P < 0.05$) entre les trois produits de couscous.

La variation des résultats d'humidité est due probablement à l'humidité initiale de la semoule utilisée ou à la température de séchage de couscous.

3-1-4 Taux des cendres

La recherche de la teneur en cendres présente une importance réglementaire, et pour la mesure du degré de pureté de couscous. Les résultats de taux des cendres obtenus sont rapportés dans la figure (12).

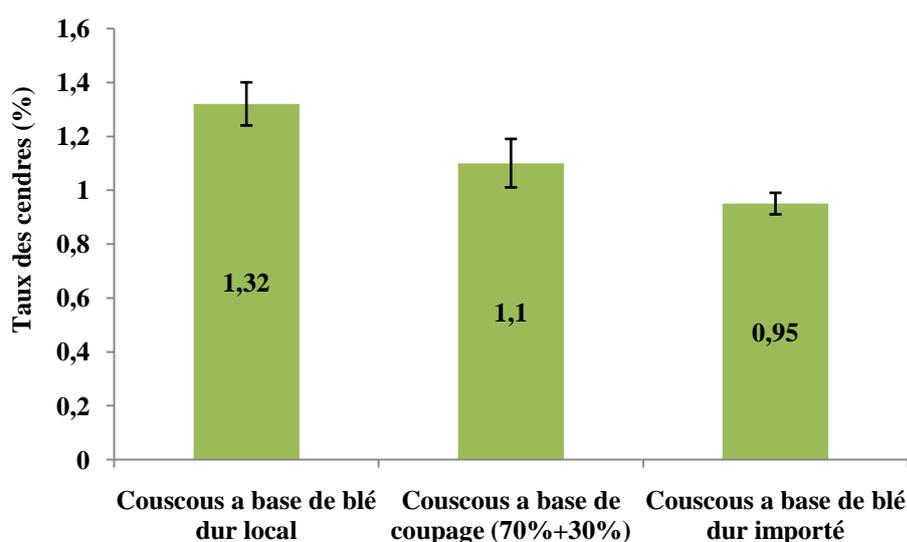


Figure 12 : Variations de taux des cendres (%) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

D'après la figure (12), nos échantillons de couscous à base de blé dur local enregistrent des teneurs en cendres variant de 1.24 % à 1.41 % avec une moyenne de (1.32 % \pm 0.08) et supérieurs à ceux enregistrent par son homologue issu de blé dur importé, ce dernier a des valeurs des cendres variant de 0.9 % à 0.99 %, avec une moyenne de (0.95 % \pm 0.04).

Le couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistre des teneurs en cendres oscillent entre 0.97 % et 1.21 % avec une moyenne de (1.1 % \pm 0.09), ce résultat est proche à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur importé et inférieur à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur local.

Les trois produits sont conformes aux normes Algériennes (NA 6396) qui exigent des valeurs comprises entre 0,9 % et 1,5 %.

Les résultats de la teneur en cendres de couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistrés sont supérieurs à ceux obtenus par (Seghairia et Sehili, 2015) (0.82 % \pm 0.02) pour couscous de blé dur local et supérieurs aussi aux résultats de (Mokhtari, 2013) (0.81 % \pm 0.01) pour couscous de blé dur importé.

Tableau 07 : Analyse de la variance ANOVA de teneur en cendres (%) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,34505333	2	0,17252667	35,4993141	9,134E-06	3,88529383
Intra groupes	0,05832	12	0,00486			
Total	0,40337333	14				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence significative ($P < 0.05$) entre les trois produits de couscous.

La variation des résultats de teneur en cendres est due probablement à taux des cendres de la semoule utilisée, taux des impuretés dans les blés ou à la présence des minéraux à un taux élevé dans l'eau de mélange.

3-2- Qualité culinaire

3-2-1- Indice de gonflement

L'indice de gonflement est un critère déterminant de la qualité culinaire du couscous. C'est un paramètre qui permet d'apprécier le degré de gélatinisation d'amidon et de déterminer la capacité d'absorption de l'eau par les grains de couscous et par conséquent l'augmentation de volume.

Les résultats de l'indice de gonflement sont illustrés par la figure (13)

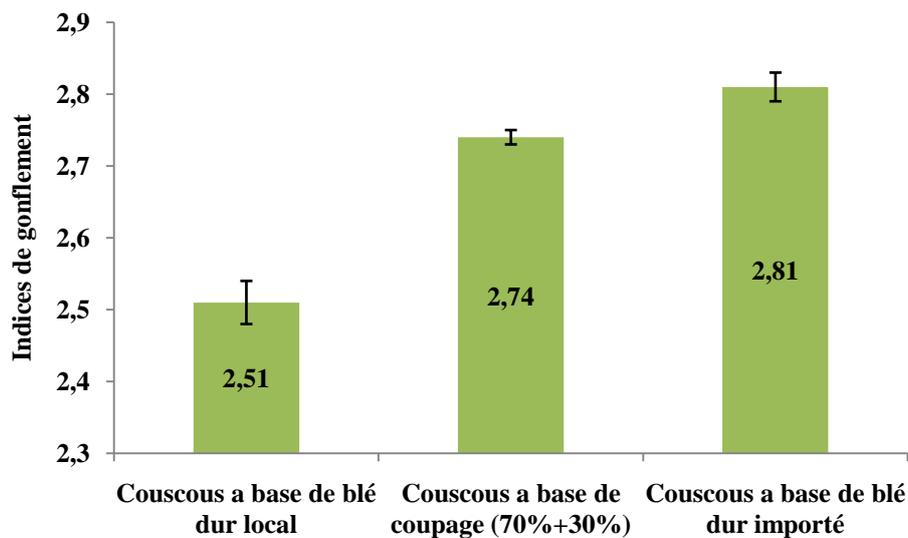


Figure 13 : Variations d'indices de gonflement de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

D'après la figure (13), le couscous à base de blé dur local enregistre un indice de gonflement oscillant entre 2.48 et 2.56 avec une moyenne de (2.51 ± 0.03) et inférieur à ceux enregistrent pour son homologue issu de blé dur importé, ce dernier a des valeurs variant de 2.77 à 2.83, avec une moyenne de (2.81 ± 0.02) .

Le couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistre des indices de gonflement oscillant entre 2.73 et 2.76 avec une moyenne de (2.74 ± 0.01) , ce résultat est proche à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur importé et supérieur à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur local.

Les résultats d'indice de gonflement pour couscous issu de coupage (70% + 30%) sont supérieurs à ceux obtenus par (Seghairia et Sehili, 2015) (2.44 ± 0.02) pour couscous de blé dur local.

Les trois produits appartiennent à l'intervalle d'acceptabilité adopté par le laboratoire de contrôle de la qualité du groupe EL-Baraka (supérieur à 2.5).

Tableau 08 : Analyse de la variance ANOVA d'indice de gonflement de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,25097333	2	0,12548667	235,2875	2,3643E-10	3,88529383
Intra groupes	0,0064	12	0,00053333			
Total	0,25737333	14				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence hautement significative ($P < 0.05$) entre les trois produits de couscous.

La variation des résultats d'indice de gonflement est principalement due au fait que le gain de poids ou l'absorption d'eau évolue suivant la finesse du couscous (contenue de tamis RT630, plus il est important plus que le gonflement augmente). Lorsque la granulométrie du couscous diminue, le gain de poids augmente.

La pré-cuisson idéale (gélatinisation d'amidon) aussi joue un rôle important dans le gonflement de couscous.

3-2-2- temps et poids après cuisson

Le temps de cuisson est le temps nécessaire pour l'apparition d'un flux de vapeur à la surface du lit de couscous pour la première et la deuxième cuisson, il est généralement de 10 min à 12 min selon la qualité de couscous (la meilleure qualité enregistre un temps plus long).

Un « bon » couscous doit absorber environ deux fois son poids d'eau pendant la cuisson et conserve une certaine fermeté et viscoélasticité, et ses grains doivent rester bien individualisés sans se déliter, ni se coller entre eux.

Les résultats de poids après cuisson obtenus sont rapportés dans la figure (14)

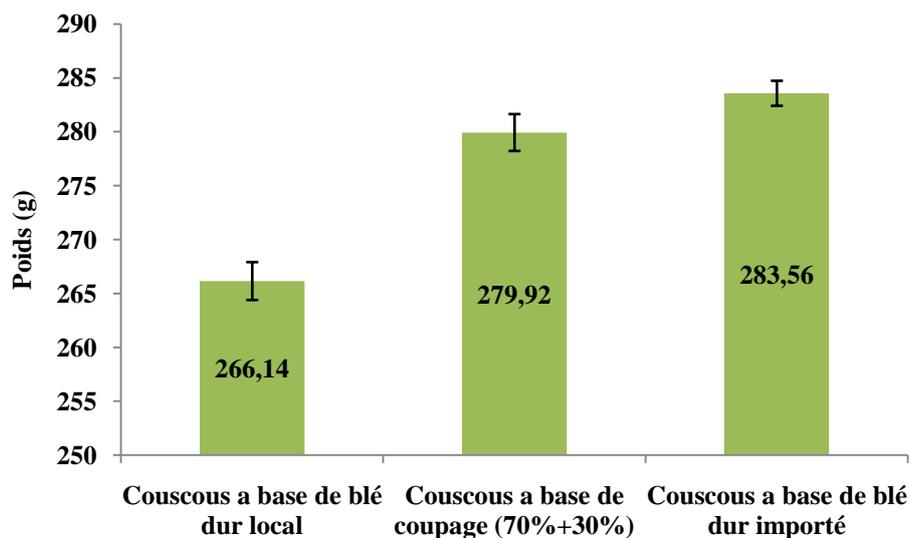


Figure 14: Variations des poids après cuisson (g) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

D'après la figure (14), le couscous issu de blé dur local enregistre des poids après cuisson variant de 265 (g) à 269 (g) avec une moyenne de (266.14 g \pm 1.76) et inférieur à ceux enregistrés par son homologue issu de blé dur importé, ce dernier a des valeurs variant de 282 (g) à 285 (g), avec une moyenne de (283.56 g \pm 1.16).

Le couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistre des poids après cuisson oscillent entre 277 (g) et 281 (g) avec une moyenne de (279.92 g \pm 1.71), ce résultat est proche à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur importé et supérieur à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur local.

Les résultats des poids après cuisson pour couscous issu de coupage (70% + 30%) sont supérieurs à ceux obtenus par ((Mokhtari, 2013) (269 g) pour couscous de blé dur importé.

Les trois produits appartiennent à l'intervalle d'acceptabilité adopté par laboratoire EL-Baraka (supérieur deux fois de son poids initial qui est 100g).

Tableau 09 : Analyse de la variance ANOVA de poids après cuisson (g) de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	844,324	2	422,162	172,240718	1,455E-09	3,88529383
Intra groupes	29,412	12	2,451			
Total	873,736	14				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence hautement significative ($P < 0.05$) entre les trois produits de couscous.

La variation des résultats de poids après cuisson est liée directement à l'indice de gonflement (corrélation directe).

4-Evaluation par analyse sensorielle

L'analyse sensorielle est la méthode de référence pour la détermination de la qualité culinaire de couscous puisqu'elle exprime l'impression directe du consommateur vis-à-vis des caractéristiques préalablement bien définies du produit. Les résultats d'analyses sensorielles sont portés sur le tableau (10).

La plupart des dégustateurs ont convenu que le couscous à base de blé importé était supérieur au couscous à base de blé local dans tous les éléments de l'analyse sensorielle.

Le couscous issu de coupage (70%+30%) a pu obtenir des notes très proches de celles obtenues pour le couscous à base de blé importé, et bien meilleures que celles obtenues pour le couscous à base de blé dur local.

Tableau 10 : Résultats d'analyses sensorielle de couscous à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé.

Couleur	Clair	Foncé	Très foncé
Couscous de blé dur local	3	15	2
Couscous de blé dur importé	19	1	0
Couscous coupage 70%+30%	17	3	0
Odeur	Agréable		Aucune
Couscous de blé dur local	8		12
Couscous de blé dur importé	17		3
Couscous coupage 70%+30%	14		6
Gout	Mauvais	Bon	Très bon
Couscous de blé dur local	2	17	1
Couscous de blé dur importé	0	5	15
Couscous coupage 70%+30%	0	8	12
Granule	Fine	Moyenne	Grosse
Couscous de blé dur local	1	7	12
Couscous de blé dur importé	15	5	0
Couscous coupage 70%+30%	12	7	1
Texture			
Individualisation	+	++	+++
Couscous de blé dur local	3	15	2
Couscous de blé dur importé	0	3	17
Couscous coupage 70%+30%	0	6	14
Collant	Oui		Non
Couscous de blé dur local	4		16
Couscous de blé dur importé	0		20
Couscous coupage 70%+30%	0		20

Conclusion

Conclusion

Ce travail a été réalisé au niveau de l'unité de pâte d'El Baraka dans le cadre d'une étude expérimentale particulière sur le produit couscous visant à déterminer l'étendue de l'effet du coupage de blé importé et blé local sur les critères de qualité de ce produit.

Nous avons conclu ce qui suit :

➤ Le blé dur en tant que matière première :

-Pour les résultats d'agrégage : le taux des impuretés de blé dur local égal à $(7.36 \% \pm 0.24)$, et supérieur de son homologue de blé importé $(4.13 \% \pm 0.25)$. Les deux blés sont conformes aux normes (ISO 5223), qui exigent des valeurs inférieures à 10 %, le taux des impuretés est en corrélation opposé avec la pureté et en corrélation directe avec l'indice de brun (a^*) de semoule et couscous. Le taux de moucheture de blé local égal à $(1.58 \% \pm 0.5)$, et supérieur de son homologue importé $(0.38 \% \pm 0.04)$, les deux blés sont conformes aux normes Algérienne (NA 1183) qui exigent de valeurs inférieures à 2%. Le mitadinage de blé local égal à $(14.92 \% \pm 0.3)$ et supérieur par rapport du blé importé $(4.19 \% \pm 0.92)$, les deux blés sont conformes aux normes Algérienne (NA 1183) qui adoptent des valeurs inférieures aux 20 %. Le taux de mitadinage est en corrélation opposé avec l'indice de jaune (b^*) des semoules et de couscous.

-Le poids de mille grains de blé local égal à $(34.82 \text{ g} \pm 0.2)$, et inférieur par rapport le blé d'importation $(41.14 \text{ g} \pm 0.45)$, les deux blés sont conformes aux normes algériennes (JORA 2007), qui exigent des valeurs $\leq 45\text{g}$, d'autre part le poids spécifique de blé local $(78.57 \text{ Kg/hl} \pm 0.14)$ est inférieur de son homologue du blé importé $(81.1 \text{ Kg/hl} \pm 0.26)$ et les deux blés sont conformes aux normes Algériennes (NA 19111) qui exigent des valeurs des poids spécifique supérieures ou égales à 78kg/hl. L'humidité de blé local $(10.53 \% \pm 0.33)$ est inférieure de son homologue d'importation $(12.51\% \pm 0.14)$, et les deux blés sont conformes à la norme Algérienne (JORA 2007) qui exige des valeurs d'humidité inférieure à 14%.

➤ La semoule en tant que matière intermédiaire :

Les deux semoules (issue de blé local et importé) ont une granulométrie homogène, et en termes de capacité d'absorption et agglomération, la semoule de blé importé est le meilleur choix et de qualité que la semoule issue de blé local. Les indices de couleur (b^* , a^*) enregistrés pour la semoule de blé importé $((43.1 \pm 0.66), (-2.19 \pm 0.11))$ sont meilleures en termes de normes de qualité que celles de son homologue issue du blé local $((32.97 \pm 0.29), (-1.81 \pm 0.07))$, les deux semoules sont accords avec l'intervalle d'acceptabilité adopté par

laboratoire El-Baraka. L'humidité de la semoule de blé dur local égale à $(13.56 \% \pm 0.17)$, et inférieur de son homologue à base de blé importé $(14.01 \% \pm 0.23)$ et les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (JORA 2007) qui exigent une humidité inférieure à 14.5%. Les cendres de la semoule de blé local $(0.91 \% \pm 0.03)$ sont supérieures par rapport la semoule de blé importé $(0.79 \% \pm 0.04)$, les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (NA 733) qui exigent des valeurs inférieures à 1.1%. L'étude de gluten montrent la richesse de la semoule de blé importé : gluten humide $(34.62 \% \pm 0.38)$, gluten index $(70.84 \% \pm 0.3)$ et gluten sec $(12.73 \% \pm 0.52)$, par rapport la semoule de blé local : gluten humide $(28.74 \% \pm 0.41)$, gluten index $(58.87\% \pm 0.45)$ et gluten sec $(9.72 \% \pm 0.58)$.

➤ Le couscous en tant que produit fini

-Les trois produits de couscous (à base de blé dur local, coupage (70% + 30%) et importé) présents une granulométrie homogène. Le couscous issu de coupage (70% + 30%) enregistre des indices de couleur (b^*, a^*) égale à $((46.71 \pm 0.39), (-0.94 \pm 0.06))$, proches aux indices de couscous de blé importé $((48.55 \pm 0.52), (-1.3 \pm 0.04))$ et meilleurs que les indices de couscous de blé local $((41.76 \pm 0.42), (-0.31 \pm 0.21))$, les trois produits sont accords avec l'intervalle d'acceptabilité adopté par laboratoire El-Baraka. L'humidité de couscous issu de coupage (70% + 30%) égale à $(11.88 \% \pm 0.18)$, proche à l'humidité pour couscous de blé dur importé $(12.06 \% \pm 0.24)$ et supérieur à ceux obtenus pour couscous de blé dur local $(11.55\% \pm 0.26)$. Les trois produits sont conformes aux normes Algériennes (NA 6396), qui exigent des valeurs situées dans l'intervalle de (11.5 % à 12.5%). Les cendres de couscous issu de coupage (70% + 30%) égale à $(1.1 \% \pm 0.09)$ et proche à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur importé $(0.95 \% \pm 0.04)$ et inférieur à ceux obtenus pour couscous à base de blé dur local $(1.32 \% \pm 0.08)$. Les trois produits sont conformes aux normes Algériennes (NA 6396), qui exigent des valeurs comprises entre 0,9 % et 1,5 %.

Concernant la qualité culinaire, l'indice de gonflement de couscous issu de coupage (70% + 30%) égal à (2.74 ± 0.01) , proche à ceux obtenus pour couscous de blé importé (2.81 ± 0.02) et supérieur à ceux obtenus pour couscous de blé local (2.51 ± 0.03) . Les trois produits sont accords avec l'intervalle d'acceptabilité adopté par laboratoire EL-Baraka (supérieur à 2.5). Le poids après cuisson de couscous issu de coupage (70% + 30%) égal à $(279.92 \text{ g} \pm 1.71)$, proche aux résultats de couscous de blé importé $(283.56 \text{ g} \pm 1.16)$ et supérieur aux résultats de couscous de blé local $(266.14 \text{ g} \pm 1.76)$. Les trois produits appartiennent à l'intervalle d'acceptabilité adopté par laboratoire EL-Baraka (supérieur deux fois de son poids initial qui est 100g).

Concernant l'évaluation sensorielle, le couscous issu de coupage (70%+30%) a pu obtenir des notes très proches de celles obtenues pour le couscous à base de blé importé, et bien meilleurs que celles obtenues pour le couscous à base de blé dur local.

➤ Nous proposons les perspectives suivantes à notre étude :

-Réaliser des études sérieuses dans des laboratoires spécialisés afin d'améliorer la qualité variétale du blé dur local par des croisements génétiques.

-Élever la valeur du coupage par blé local à une valeur supérieure à la valeur étudiée dans ce travail et étudier l'étendue de son impact sur les normes de qualité du couscous par rapport au couscous à base de blé importé.

Références bibliographiques

(A)

- ✚ **AFNOR., (1991).** Association Française de Normalisation. Norme Codex pour l'Alimentation et nutrition humaines.ESF. P 932
- ✚ **AFNOR, NF V 50-001 1992.** Céréales et produits à base de céréales - Couscous - Spécifications. Association Française de Normalisation.
- ✚ **Ait-Slimane S., (2008).** Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologique chez le blé dur en Algérie. Thèse de doctorat Option : Biologie végétale et Amélioration des Plantes, Université de Annaba. P 151.
- ✚ **Aziez M., Hamadouche O., Mallem S., et Tacherifet S., 2003.** Le guide pratique de l'agréeur.OIAC: 45p

(B)

- ✚ **Bel N., et Lkherba F., 2005.**L'influence du blé mitadiné sur la qualité pastière de la semoule destinée à la pastification. Mémoire d'Ingénieur, Université M'hamed Bougara, Boumerdes.
- ✚ **Bellagoun, Imane Medini Ahlem, (2015).** Etude comparative de la qualité technologique de quelque échantillon des blés durs issus de la moisson 2014 (région de Guelma). Mémoire Master. Université Guelma. P 10
- ✚ **Benchikh C, (2015).** Valorisation de la qualité de 3 variétés locales de blé dur (*Triticum durum Desf.*) Cultivées en région semi - aride. Mémoire Magister. Université hadj lakhdar Batna.32p.
- ✚ **Benziane k., (2012).** L'effet coupage sur la qualité des produits céréaliers (cas des pâtes longues. Mémoire Master, université de Blida.
- ✚ **Bonjean A. and Picard E., (1990) :** Les céréales à paille : Origine, histoire, économie, sélection. Softword-Groupe ITM, Paris, P208.
- ✚ **Boulala Zineb, RouabehAmira (2018).**Appréciation de la qualité technologique de 8 variétés homologuées de blé dur cultivées dans la région de Constantine. Mémoire master. Université Constantine. 33p.
- ✚ **Boudreau A., Menard G., (1992).** Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Presse de l'université Laval. Pp : 194-213.
- ✚ **Boudjabi, S (2017).** Réponses physiologiques et biochimiques de quelques variétés de blé dur sous contraintes hydriques à l'apport de boues résiduaires. Thèse de doctorat. Université hadj lakhdar Batna.41p.

(C)

- + **Canadas D. (2006).** Evaluation du procédé Oxygreen® pour son potentiel de décontamination en ochratoxine A du blé. Les effets toxiques liés à une exposition sub-chronique à l'ochratoxine A sont-ils atténués. Thèse de Doctorat. Toulouse, France, 215p.
- + **Chelabi Djamila, Meghdour Meryem. (2013).** Analyses physicochimiques microbiologiques et toxicologique au cours de la fabrication du couscous issue de deux types de blé dur local et importé à l'unité MOULA pâte. Université Blida. P 54.
- + **Chau, S. (2019).** Moucheture du blé dur : identification des facteurs et gestion du risque. Rapport de stage master : Fonctionnement et gestion des agro système. Agro campus Ouest, Rennes : Arvalis – Institut du végétal, p 3.
- + **Codex alimentarius. Norme codex 202-1995.** Norme codex pour le couscous. P : 1-3.

(D)

- + **Dagher S.M., (1991).** Traditional food in the Near East, FAO, food and nutrition paper 50, Rome, 161 pages.
- + **Daumandji A., Daumandji S.E. et Daumandji B. 2003.** cours de technologie des céréales. Technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stock. Office des publications universitaires. Pp : 9- 53.
- + **Debbouz A., Dick, J.W., et Donnelly, B.J., (1994).** Influence of raw material on couscous quality. CerealFoods World. Vol. 39. P : 231-236.
- + **Dexter JE et Matsuo R R, (1977) :** Influence of protein content on some durum wheat quality parameters. Canadian journal of plants. Volume 57
- + **Dexter JE et Matsuo R R., (1980):** Relationship between durum wheat protein properties and pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. J. Agric. Food Chemistry.
- + **Derouiche M., (2003).** Couscous : enquête de consommation à Constantine, fabrication artisanale et qualité. Mémoire de Magister. Université Mentouri Constantine, Algérie. 125 pages.

(F)

- + **Feillet P., (1986).** Industrie des pâtes alimentaires : technologies de fabrication, qualité des produits finis et des matières premières. Ind. Alim. Agric. P : 979-990.
- + **Feillet P. (2000a).** Le grain de blé: Composition et utilisation. Inra. P 72
- + **Filali Manal, Gouaidia Hadil, Ghorab Mohamed Ali, (2021).** Influence du climat sur la qualité technologique du blé dur (*Triticum durum*) de la wilaya de Guelma. Mémoire Master. Université Guelma. P46.

(G)

- + **Ghali Asmae, Larbi Hafida, (2022).** Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique des grains de blé local et importé lors du stockage. Mémoire Master. Université Mostaganem. Pp 65-66
- + **Ghezali Hamid, (2014).** Contrôle physico-chimique et microbiologique du couscous fabriqué à base de blé dur au niveau de l'unité « Moula pates » BLIDA. Mémoire Master. Université Blida. P 61
- + **Godon B., et Willm C. (1991).** Les industries de première transformation des céréales. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris : 679 p.
- + **Godon. (1998).** Biotransformation des produits céréaliers. Ed : pria/Inra : Technique est documentation. Lavoisier : paris pp 65-68
- + **Godon et Willm C, (1998).** Les industries de première transformation des céréales. 2^{ème} tirage édition Tec and Doc, la voisier, Paris. PP 59-578
- + **Guezlane L., (1993).** Mise au point de méthodes de caractérisation et étude des modifications physico-chimiques sous l'effet des traitements hygrothermiques en vue d'optimiser la qualité du couscous de blé dur. Thèse de Doctorat d'Etat. INA, El Harrach, Algérie. p 89.
- + **Guezelane I., et Senator A., (1985).** Étude physico-chimiques et technologiques de deux types de couscous (artisanal et industriel) Annales. INA. El Harrach, pp 9, 1, 47-62.

(H)

- + **Hebrard A.,(2002).** Granulation de semoules de blé dur. Ph D thesis, ENSA Montpellier.

(I)

- + **I.T.C.F. (2001).** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux

(K)

- + **Kellou R., (2008).** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité qualité-méditerranéen le cas coopérative sud céréales, groupe coopératif accitan et Auecoop, Thèse de master en science IAAMM. Université de Montpellier. 160p.
- + **Khadhraoui Ikram (2023).** Etude comparative de la qualité physicochimique des pâtes alimentaires à base de blé importé et de blé local. Mémoire master. Université Biskra. p26

(L)

- + **Laboratoire El-Baraka,(2024).** Laboratoire interne de contrôle de Qualité des produits El-Baraka

- ✚ **Launa B. (1991).** Techniques rhéologiques. In : technique d'analyse et de contrôle dans les IAA. Tome 2. Principe des techniques d'analyses. 2ème édition. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 183-21.
 - ✚ **Lempereur, J., Chaurand, M., Abecassis, J. et Auiran, J.C. (1997).** Valeur semoulière des blés durs (*Triticum durum Des*): influence de la taille des grains. Revue de l'Apic. 104 : 20.
 - ✚ **Lesage, V. (2011).** Contribution à la validation fonctionnelle du gène majeur contrôlant la dureté/ tendreté de l'albumen du grain de blé par l'étude de lignées quasi-isogéniques. Thèse doctorat. Spécialité physiologie et génétique moléculaires. Université Blaise Pascal. 236 p.
 - ✚ **LouafiSamra, KhedimHouriya (2016).** Diagnostic et caractéristique physico-chimique et microbiologique du couscous industriel. Mémoire Master. Université Mostaganem. 62 p.
 - ✚ **Loué, A. (1970).** Fumure et qualité. Document technique de la SCPA, 24 p.
- (M)**
- ✚ **MaataMelouka, (2012).** Etude de la thermo résistance chez la flore dominante de contamination de trois variétés de couscous commercialisés dans la région de Telemcen. Mémoire Master. Université Telemcen.P1
 - ✚ **Mahaut B., (1996).** Comment évalue-t-on la qualité d'un blé dur In. Le blé dur. Objectif qualité. Ed. ONIC.ITCF.p 28-31
 - ✚ **Makabrousafa, Slimani selma, (2017).** Suivi de la qualité du couscous industriel et application du système HACCP : Cas de couscous d'Amor Benamor. Mémoire master. Université Guelma.P15.
 - ✚ **MaouchaChaima (2021).** Processus de fabrication de la semoule à partir du blé dur et contrôle de qualité. Mémoire licence. Université Bouira. P 39.
 - ✚ **Masse J., Gatel F. et Bernicot M.H. (2002).** Cap sur la protéine des blés tendre en choisissant au mieux sa variété. Dossier presse. ITCF. P 11.
 - ✚ **Melloul Amel, LahnichatChaima,(2022).** Caractérisation Physico-chimique et Technologique D'une Variété De Blé Dur <BELIOUNI> Provenant De La Région De Sétif. Mémoire Master. Université Boumerdes. P 38.
 - ✚ **Menasria Fatima Ez Zahra, SeraicheChourouk. (2022).** Analyse physico-chimique et technologique de la semoule de deux types de blé dur local et importé à l'unité Agro-div Hodna -M'sila. Mémoire Master. Université M'sila. P 21.

+ **Mezroua L (2011)** Etude de la qualité culinaire de quelques couscous industriels et artisanaux et effet d'adjonction de la matière grasse durant la cuisson. Mémoire Magister. Université Constantine. P 3.

+ **MokhtariFerial (2013)**. Contrôle de Qualité et comparaison entre deux types de Couscous de blé Dur. Mémoire Master. Université Blida. P53.

+ **Mouloud Abdelhamid (2013)**. Etude de la qualité technologique des pâtes courtes. Mémoire Master. Université Blida. P69.

(N)

+ **Naville M.,(2005)**. La biodiversité des espèces cultivées : Analyse dans le cas du blé, Paris: Université Paris XI, Paris, 20p.

(O)

+ **Ounane G., Cuq B., Abecassis J., Yesli A. et Ounane S.M., (2006)**. Effects of physicochemical characteristics and lipid distribution in algerian durum wheat semolinas on the technological quality of couscous. Cerealchem. Vol. 83. PP: 377–384.

(P)

+ **Paul C. (2007)**. Céréales et alimentation : une approche globale Agriculture Environnement Alimentation et Céréales-INRA 07, pp 1-4

(R)

+ **Ruel, T. (2006)**. Document sur la culture du blé, Ed.Educagri.18p.

(S)

+ **Sayoud Ilham AllelRoumayssa, LahouesRoumayssa, (2021)**. Etude de la qualité du blé dur et de la semoule « Amor Ben Amor ». Mémoire Master. Université Guelma. Pp27-28

+ **Seghairia Wafa, Sehili Sarra. (2015)**. Evaluation de la qualité de trois types de couscous AMOR BENAMOR. Mémoire Master. Université guelma. P 41

+ **Scotti G., (1997)**. Analyses physicochimiques, partie I, analyses physiques des grains du blé tendre et du blé dur, chap (5). 76-119 p.

+ **Slimane A., (2007)**. Evaluation de la valeur pastifiante des semoules fines de passages produites au niveau de la SIM. Thèse de TS, INSFP. Blida.

+ **Souadkia Amine (2014)**. Le Suivi de Qualité de fabrication De Semoule et Pates Alimentaire et Application HACCP. Mémoire Master. Université Guelma. P 26

+ **Soussa A.(2019)**. Contribution à l'étude de la longévité et de la qualité technologique au vieillissement naturel de semences macrobiotiques : cas du genre *Triticum*sp. Thèse Doctorat. Université Annaba. P37

(T)

- ✚ **TazeroutChahinez (2013)**. Etudes biochimique et technologique de quelques fractions de mouture de blé dur : Relation avec la qualité boulangère. Mémoire Magister. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie - El Harrach-Alger. P55
- ✚ **Tebib Souad et SebrouHadjer,(2020)**. Caractérisation physico-chimique et sensorielle du couscous d'orge. Mémoire Master. Université de Blida1. Pp 81-82
- ✚ **TebriMiassa, Zeggane Leila,(2016)** Évaluation de la couleur de la semoule au cours de la grenaison et de la pastification. Mémoire Master. Université Tizi-Ouzou. P 30

(V)

- ✚ **Vierling E.(2008)**.Aliments et boissons. Technologie et aspect réglementaires. 3ième édition. DOIN edition. France. P 31.

(Y)

- ✚ **Yettou N., (1998)**. Les méthodes instrumentales d'appréciation de la qualité culinaire du couscous de blé dur. Mémoire de Magister. INA, El-Harrach, Alger. 101 pages.

(Z)

- ✚ **Zaghouane F.,Merabiti A.,Zaghouane O.,Bouabdelli F., (2003)**. Le blé dur : qualité, importanceest utilisation dans la région des hautes plateaux, TTGC, Alger. P43.
- ✚ **Zekkari amine (2013)**. Contribution à l'étude qualitative et quantitative des semoules issues des différents passages des sasseurs. Mémoire master. Université Blida. P 55.

Annexes

Annexe 01 : Granulométrie (%) de la semoule de blé dur local.

Tamis	RT630	RT600	RT500	RT450	RT355	RT250	RT200	RT150	PT150
	0,00	0,00	14,10	27,20	40,60	11,90	2,80	1,90	1,40
	0,00	0,00	13,70	26,90	40,40	12,40	2,90	2,00	1,70
	0,00	0,00	13,90	27,00	40,80	11,80	3,00	1,90	1,60
	0,00	0,00	13,80	27,10	39,80	11,90	3,30	2,10	2,00
	0,00	0,00	14,00	26,90	40,10	12,10	3,10	1,90	1,90
Moyenne	0,00	0,00	13,90	27,02	40,34	12,02	3,02	1,96	1,72
Ecart-type	0,00	0,00	0,16	0,13	0,40	0,24	0,19	0,09	0,24

Annexe 02 : Granulométrie (%) de la semoule de blé dur importé.

	RT630	RT600	RT500	RT450	RT355	RT250	RT200	RT150	PT150
	0	0	15,9	27,9	45,2	10,8	0,3	0,1	0
	0	0	14,4	28	44,7	12,4	0,6	0,1	0
	0	0	14,2	27,4	45,6	12,2	0,5	0,1	0
	0	0	14,8	29,1	45	10,8	0,4	0,1	0
	0	0	13,5	27,6	45,6	12,7	0,6	0,1	0
Moyenne	0	0	14,56	28	45,22	11,78	0,48	0,1	0
Ecart-type	0,00	0,00	0,88	0,66	0,39	0,91	0,13	0,00	0,00

Annexe 03 : Test de couleur des semoules de blé dur local et importé.

	Semoule de blé dur local		Semoule de blé dur importé	
	b*	a*	b*	a*
	32.59	-1.72	43.46	-2.28
	32.81	-1.83	43.77	-2.33
	33.09	-1.77	43.21	-2.14
	32.99	-1.8	43.06	-2.16
	33.37	-1.91	42.02	-2.06
Moyenne	32.97	-1.81	43.10	-2.19
Ecart-type	0.29	0.07	0.66	0.11

Annexe 04: Teneurs en eau (%) des semoules de blé dur local et importé.

	Semoule de blé dur local	Semoule de blé dur importé
	13,38	13,7
	13,51	13,89
	13,69	14,15
	13,44	14,02
	13,78	14,29
Moyenne	13,56	14,01
Ecart-type	0,17	0,23

Annexe 05: Teneurs en cendres (%) des semoules de blé dur local et importé.

	Semoule de blé dur local	Semoule de blé dur importé
	0,88	0,75
	0,88	0,77
	0,94	0,82
	0,91	0,79
	0,95	0,84
Moyenne	0,91	0,79
Ecart-type	0,03	0,04

Annexe 06: Teneurs en gluten (%) des semoules de blé dur local et importé.

	Semoule de blé dur local				Semoule de blé dur importé		
	Gluten humide	Gluten Index	Gluten sec		Gluten humide	Gluten Index	Gluten sec
	28,57	58,61	9,19		34,19	70,71	12,31
	28,13	58,23	9,08		34,67	70,97	12,58
	28,79	59,17	9,74		34,28	70,38	12,22
	29,15	59,33	10,19		35,07	71,12	13,13
	29,08	58,99	10,38		34,88	71,01	13,41
Moyenne	28,74	58,87	9,72		34,62	70,84	12,73
Ecart-type	0,41	0,45	0,58		0,38	0,30	0,52

Annexe 07 : Granulométrie (%) de couscous issu de blé dur local.

	RT1600	RT1320	RT1250	RT1120	RT630	PT630
	0,40	15,5	16,8	19,9	46,9	0,4
	0,50	15,8	16,5	19,8	46,7	0,6
	0,40	15,4	16,4	20	47,1	0,6
	0,40	15,8	16,9	19,9	46,5	0,5
	0,50	16	17,2	19,5	46,3	0,5
Moyenne	0,44	15,70	16,76	19,82	46,70	0,52
Ecart-type	0,05	0,24	0,32	0,19	0,32	0,08

Annexe 08: Granulométrie de couscous issu de coupage de blé dur local et importé (70%+30%).

	RT1600	RT1320	RT1250	RT1120	RT630	PT630
	0,2	14,4	15,1	19,5	50,7	0
	0,3	14,6	15,5	19,6	50,1	0
	0,3	14,2	15,4	19,9	50,2	0
	0,3	14,9	15,8	19,8	49,3	0
	0,2	14,5	15,5	19,7	50	0
Moyenne	0,26	14,52	15,46	19,70	50,06	0,00
Ecart-type	0,05	0,26	0,25	0,16	0,50	0,00

Annexe 09: Granulométrie (%) de couscous issu de blé dur importé.

	RT1600	RT1320	RT1250	RT1120	RT630	PT630
	0,2	13,5	14,1	19,7	52,4	0
	0,2	13,7	14,6	19,3	51,9	0
	0,3	13,9	14,6	19,3	51,9	0
	0,2	13,4	14,2	19,6	52,6	0
	0,3	13,7	14,8	19,4	51,7	0
Moyenne	0,24	13,64	14,46	19,46	52,10	0,00
Ecart-type	0,05	0,19	0,30	0,18	0,38	0,00

Annexe 10 : Test de couleur des couscous issus de blé dur local, coupage (70% + 30%) et blé importé.

	Couscous à base de blé dur local		Couscous à base de coupage (70%+30%)		Couscous à base de blé dur importé	
	b*	a*	b*	a*	b*	a*
	41.14	-0.15	46.58	-0.92	48.6	-0.92
	41.97	-0.22	47.19	-0.99	48.86	-0.99
	41.52	-0.11	47.06	-1.02	47.71	-1.02
	42.17	-0.56	46.43	-0.89	49.09	-0.89
	42.01	-0.49	46.31	-0.89	48.51	-0.89
Moyenne	41.76	-0.31	46.71	-0.94	48.55	-1.3
Ecart-type	0.42	0.21	0.39	0.06	0.52	0.04

Annexe 11 : Teneurs en eau (%) des couscous issus de blé dur local, coupage (70% + 30%) et blé importé.

	Couscous à base de blé dur local	Couscous à base de coupage (70%+30%)	Couscous à base de blé dur importé
	11,22	12,01	11,93
	11,67	11,88	12,09
	11,91	11,72	11,76
	11,50	12,1	12,39
	11,43	11,69	12,15
Moyenne	11,55	11,88	12,06
Ecart-type	0,26	0,18	0,24

Annexe 12: Teneurs en cendres (%) des couscous issus de blé dur local, coupage(70% +30%) et blé importé

	Couscous à base de blé dur local	Couscous à base de coupage (70%+30%)	Couscous à base de blé dur importé
	1,24	0,97	0,92
	1,38	1,1	0,96
	1,29	1,14	0,99
	1,41	1,21	0,96
	1,26	1,09	0,9
Moyenne	1,32	1,10	0,95
Ecart-type	0,08	0,09	0,04

Annexe 13: Indices de gonflement des couscous issus de blé dur local, coupage (70% + 30%) et blé importé.

	Couscous à base de blé dur local	Couscous à base de coupage (70%+30%)	Couscous à base de blé dur importé
	2,48	2,73	2,77
	2,51	2,74	2,82
	2,56	2,76	2,83
	2,50	2,75	2,82
	2,50	2,74	2,82
Moyenne	2,51	2,74	2,81
Ecart-type	0,03	0,01	0,02

Annexe 14: Poids après cuisson (g) des couscous issus de blé dur local, coupage (70% + 30%) et blé importé.

	Couscous à base de blé dur local	Couscous à base de coupage (70%+30%)	Couscous à base de blé dur importé
	265,00	277	283,5
	265,00	281	282
	269,00	281	283
	265,00	280,8	285
	266,70	279,8	284,3
Moyenne	266,14	279,92	283,56
Ecart-type	1,76	1,71	1,16

Résumé

Notre étude expérimentale a été menée sur le couscous de la marque El-Baraka, afin de déterminer l'étendue de l'effet de technique du coupage (combinaison) entre deux types de blé (local et importé) sur les caractéristiques de qualité du produit fini.

Les résultats des analyses physicochimiques de blé dur local et importé (taux des impuretés, poids spécifique, poids de mille grains, humidité...), ainsi que ceux des semoules issues de leurs moutures (Granulométrie, taux d'humidité, taux des cendres, indices de couleur, gluten,...), ont montré qu'ils sont conformes aux normes algériennes avec une supériorité de qualité en faveur du blé importé. Les analyses physicochimiques (Granulométrie, indices de couleur, teneur en eau, taux des cendres,...), les analyses culinaires (indice de gonflement, poids après cuisson...), et les tests sensoriels du couscous produit à partir de coupage ont prouvé qu'il est conforme aux normes algériennes avec une supériorité sur le couscous témoin à base de blé local et qu'il conserve dans une large mesure les caractéristiques qualitatives du couscous témoin à base de blé importé.

Mots-clés : blé local, blé importé, semoule, couscous, coupage, qualité physicochimique, analyses culinaires, tests sensoriels.

ملخص:

أنجزنا دراسة تجريبية على منتج الكسكس للعلامة التجارية البركة، تهدف إلى تحديد مدى تأثير تقنية الكوبلج (دمج) بين نوعين من القمح (المحلي والمستورد) على خصائص الجودة للكسكس كمنتج نهائي.

أظهرت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية للقمح المحلي والمستورد (نسبة الشوائب، الوزن النوعي، وزن ألف حبة، الرطوبة،...)، ولذا تلك الخاصة بالسמיד الناتج عن طحنهما (تحليل الحبيبات، نسبة المعادن، نسبة الرطوبة، معيار اللون، الغلوتين،...)، مطابقتهما للمعايير الجزائرية مع تفوق في النوعية لصالح القمح المستورد. أثبتت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية (تحليل الحبيبات، معيار اللون، محتوى الماء، نسبة المعادن...)، تحاليل الطهي (معيار الانتفاخ، الوزن بعد الطهي،...)، وتقييم اختبار الحواس للكسكس الناتج عن الكوبلج مطابقته للمعايير الجزائرية ولذا تفوقه على الكسكس الشاهد المصنع انطلاقاً من القمح المحلي ومحافظته بنسبة كبيرة على خصائص الجودة للكسكس الشاهد المصنع انطلاقاً من القمح المستورد.

الكلمات المفتاحية : القمح المحلي، القمح المستورد، السמיד، الكسكس، الكوبلج، جودة فيزيوكيميائية، خصائص الطهي، اختبار الحواس.

Abstract

Our experimental study was carried out on El-Baraka brand couscous, to determine the extent of the effect of the blending technique (combination) between two types of wheat (local and imported) on the quality characteristics of the finished product. The results of physicochemical analyses of local and imported durum wheat (dockage, specific weight, thousand kernel weight, moisture content, etc.), as well as those of the semolina obtained from their millings (particle size, moisture content, ash content, color index, gluten, etc.), showed that they complied with Algerian standards, with a quality superiority in favor of imported wheat. Physicochemical analyses (particle size, color indices, water content, ash content, etc.), culinary analyses (swelling index, post-cooking weight, etc.) and sensory tests on the couscous produced from the blending proved that it complied with Algerian standards, with superiority over the control couscous made from local wheat, and that it largely retained the quality characteristics of the control couscous made from imported wheat.

Key-words: local wheat, imported wheat, semolina, couscous, blending, physicochemical quality, culinary analysis, sensory testing.